HUMBERTO VIVANCO MORA

LA TEORIA DE LA EVOLUCION

Texto arreglado según los métodos modernos y conforme al programa vigente



SANTIAGO DE CHILE
IMPRENTA UNIVERSITARIA, ESTADO
1933

La Teoría de la Evolución

OTROS TRABAJOS DEL AUTOR:

PRINCIPIOS DE BIOLOGÍA PEDAGÓGICA.
ALGUNOS ASPECTOS INTERESANTES DE LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN. (Agotado).
LA LEY 3654 Y LAS JUNTAS COMUNALES DE EDUCACIÓN.
LA ESCUELA RURAL EN CHILE Y UN PROYECTO DE ESCUELA NORMAL RURAL.

EN PREPARACION

UN ENSAYO DEL PLAN DALTON EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA.
CÓMO SE ENSEÑAN LAS CIENCIAS NATURALES.

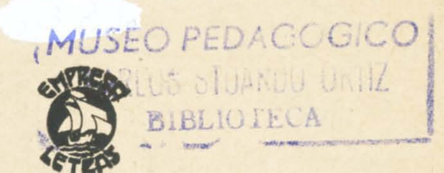
HUMBERTO VIVANCO MORA

LA TEORIA

DE LA

EVOLUCION

Texto arreglado según los métodos modernos y conforme al programa vigente



SANTIAGO DE CHILE
IMPRENTA UNIVERSITARIA, ESTADO 63
1933

INTRODUCCION

A manera de ensayo, entregamos a la consideración de nuestros estimados colegas del ramo y de los maestros, en general, estos resúmenes sobre la Teoría de la Evolución que hemos tomado de algunas obras de reconocidos autores en el campo de la ciencia.

Como toda obra humana, no han de escapar ellos al error científico, pedagógico o literario, más aun si nos colocamos frente al devenir constante de las llamadas disciplinas científicas que día a día se transforman y perfeccionan en alto grado. Y es, precisamente, este aspecto de inquietud y de anhelos perfectibles lo que nos ha movido para llevar a cabo esta tarea, a menudo ingrata, de adelantarnos al momento de la realización que quizás estaba reservado a otros colegas de mayor capacidad y más conocedores de los problemas que dicen relación con la cultura humana. Pero esto no importa, pues estimamos que nuestra sana intención de atrevidos expositores, tiene derecho a exigir un poco de benevolencia de parte de quienes tendrán que sancionar de algún modo nuestra actitud irreverente al pretender llevar luz sobre asuntos que de por sí son escabrosos y de difícil ahondamiento.

No obstante, estimamos que esta responsabilidad nuestra queda salvada si se tiene en cuenta la bibliografía que anotamos al final, de entre cuyas obras hemos seleccionado las materias básicas que, previamente revisadas por algunos distinguidos colegas, ofrecemos hoy a la consideración del público entendido.

Una bien meditada experiencia educacional nos ha enseñado que el texto de estudio no debe consistir en una mera exposición de materias que el alumno tiene la obligación de aprender y repetir. Antes, por el contrario, el libro ha de ser una fuente de información, una ayuda, más bien, en el conocimiento del mundo y de sus fenómenos, por cuanto el li-

bro, al servicio de los métodos activos, debe promover el propio trabajo del niño, solo o en comunidad, ya que es éste, y no el profesor, quien debe elaborar y estructurar por observaciones y experimentaciones propias y por propia necesidad interior, todo su saber.

Por lo demás, esto que decimos no es ninguna novedad para nadie que esté al tanto del progreso alcanzado en nuestros días por la ciencia pedagógica. Ello ha sido repetido mil veces por los pedagogos modernos y por numerosos autores de textos que, sanamente inspirados, anhelan para la educación un efectivo desenvolvimiento más en conformidad con los intereses del niño y de la escuela hasta ayer relegados a último término.

Es por estas razones que hemos procurado que cada asunto del texto que ofrecemos abarque, hasta donde sea posible, los siguientes puntos: *a*) el desarrollo de un fin; *b*) la aplicación de un plan de trabajo; *c*) la realización de dicho trabajo, y *d*) que haya un contenido con los resultados o productos alcanzados en la investigación.

Por lo que respecta a la manera de exponer las diversas materias, hemos comenzado por ofrecer, en primer término, una idea general del asunto, a fin de que nuestro joven tenga desde el principio una visión global del contenido (sincretismo) y no se dé el caso de que, próximo ya a dar término a estos estudios, aún se encuentre ayuno de lo que significa la evolución orgánica o desconozca sus fundamentos científicos. En seguida hemos estimado conveniente hacer cada exposición de acuerdo con las indicaciones del Dalton Plan, ya que este sistema, bien comprendido y bien llevado, se convierte en la práctica en precioso auxiliar del alumno para hacer un trabajo creador y económico al mismo tiempo que facilita su autoactividad al plantearle cuestiones y problemas interesantes dentro y fuera del colegio. En consecuencia, no se busque en el contenido de estos resúmenes todo el saber científico que pudiera reclamarse, por cuanto es bien sabido que el conocimiento sistemático, de cualquiera índole que sea, no puede vaciarse, así no más, en las reducidas páginas de un libro, menos aún si se trata de un texto de índole meramente informativa cuyo principal fin es el de facilitar la investigación a los alumnos.

Al preconizar esta modalidad metodológica no hacemos más que aprovechar las experiencias recogidas en nuestra

práctica docente en la Escuela Normal de Chillán y en el Instituto Inglés de Santiago que ha contratado nuestros servicios para trabajar por el sistema de enseñanza individualizada conocido con el nombre de Plan Dalton, y cuyos buenos resultados hemos podido comprobar fehacientemente a lo largo de varios años de práctica intensiva y bien controlada por el experimento psicológico.

Tampoco hemos descuidado en esta oportunidad que se facilite la verificación de los llamados CORTES TRANSVERSALES entre las diversas asignaturas, ya que las conexiones existentes entre la Teoría de la Evolución y la Filosofía, la Historia y otras asignaturas son manifiestas y la práctica se ha encargado de señalárnoslas cuando hemos ensayado estos cortes transversales que resultan altamente recomendables.

Por lo que se refiere a las obras que van en la Bibliografía y en las Referencias, al término de cada asunto, puede decirse que, si no todas, al menos la gran mayoría de ellas, tienen el interés pedagógico de poderse adaptar a la mentalidad general de nuestros jóvenes del sexto año de humanidades, y, en segundo lugar, de hallarse en los establecimientos de librería del país. Lo primero tiene un valor innegable si se atiende a la calidad de los conocimientos y al desarrollo espiritual mismo que alcanzan los alumnos del último curso de humanidades para quienes el saber no debe ocultarse, como ya hemos dicho, en las reducidas páginas de un texto de uso corriente, sino que, por el contrario, deben estos jóvenes ir mucho más lejos, siempre estimulados por el interés que importa la investigación personal que tan bellos horizontes ofrece a la juventud que, renovadora e inquieta, por definición, encuentra en ella la gran fuerza motriz, que es base fecunda de todo mejoramiento humano.

H. V. M.

Santiago, Enero de 1933.

INDICE DE MATERIAS

CAPITULO PRIMERO

PRINCIPIOS GENERALES

CAPITULO SEGUNDO

BASES DEL TRANSFORMISMO

CAPITULO TERCERO

PRUEBAS EN FAVOR DEL TRANSFORMISMO

CAPITULO CUARTO

ESTUDIOS GENEALOGICOS

CAPITULO QUINTO

APENDICE FINAL

CAPITULO PRIMERO

PRINCIPIOS GENERALES

1.—DE LO QUE TRATA LA EVOLUCION ORGANICA

En el constante devenir del mundo, los espíritus selectos sospecharon siempre el hecho de la evolución vital, pero ha proseguido por algún tiempo el moderno resurgir de la ciencia biológica antes de la aceptación total del mismo. En consecuencia, puede decirse que la idea de evolución, como la de variación continua, se remonta a la antigüedad; no obstante, el principio evolucionista, con base realmente científica, es moderno. De esto deriva, acaso, la necesidad imperiosa que existe de fijar posiciones antes de abordar este asunto de suyo escabroso y complicado, ya que en estos precisos tiempos de gran desarrollo y desenvolvimiento científico, no es raro encontrar espíritus inteligentes que, o influenciados por estrecha ortodoxia religiosa, o por otros motivos, rechazan de plano el principio evolucionista, contribuyendo con su actitud a que se confundan más lamentablemente los conceptos de Evolución, Darwinismo, Transformismo, Lamarckismo y Selección Natural. Nos corresponde, entonces, como primera tarea, dar a cada uno de estos términos el significado que realmente tiene, y, en seguida, siempre que ello sea posible, évidenciar la razón de ser de dichos términos como elementos que bien pudieran identificarse por su significación vulgar.

Verificado lo anterior, es menester que tengamos una idea general del asunto a fin de que el camino por recorrer se nos haga más expedito y comprensible cuando estudiemos particularmente cada tema.

A hacer luz sobre estas cuestiones obedecen las materias contenidas en el presente capítulo.

Por la observación directa sabemos que los seres vivos transmiten a sus descendientes la mayor parte de sus caracteres. Es una ley fundamental de la generación el hecho vulgar de que los hijos son siempre más o menos semejantes a sus padres. Pero también es cierto que jamás dos seres, por muy parecidos que sean, resultan exactamente iguales, aun cuando desciendan de un mismo tronco común o sean muy afines en la escala natural. Esto se debería al hecho de que en la vida de los seres vivos obran siempre dos fuerzas opuestas: la una *conservadora* que hace que los seres se asemejen, y la otra *diversificadora* que los hace diferenciarse, pudiendo decirse, en consecuencia, que los individuos pertenecientes a un mismo grupo son siempre más o menos parecidos y más o menos diferentes a la vez.

Pero la variación es un fenómeno universal en los seres vivos. Del dominio vulgar es la existencia de diferencias más o menos profundas que nos permiten distinguir entre sí, no sólo a los individuos de una misma especie o variedad, sino también a los miembros de idéntica descendencia. Pues aun cuando la herencia tienda a perpetuar la especie reproduciendo fielmente los rasgos de los progenitores, diversas causas, tales como la naturaleza o las condiciones del medio ambiente, los factores intrínsecos al organismo y otros agentes, ejercen siempre una decisiva influencia sobre los procesos vitales y caracteres del individuo, modificándole en diverso grado según la naturaleza e intensidad del estímulo.

Estas observaciones hicieron que en un principio se tomara el hecho de la evolución orgánica en forma fragmentaria, como un posible cambio de unas especies en otras, dentro de las fronteras de tal o cual grupo restringido de formas emparentadas. No se la entendió como un proceso que comprendía a todos los seres vivos. Se admitió, por ejemplo, que todos los carnívoros estaban relacionados genésicamente. Se llamó Transformismo al proceso; la palabra Evolución vino después. Pero no se planteaba la cuestión de si el proceso incluía también al hombre o se negaba tácita o rotundamente.

La primera explicación con base científica que se propuso del Transformismo consistió en atribuirlo al esfuerzo que realizaban los seres vivos para adaptarse a las condiciones, a veces difíciles, en que tenían que vivir. El naturalista fran-

cés, Lamarck (1744-1829), Fig. 1, indicó que el individuo dependía de sus circunstancias, que usaba y desarrollaba tal órgano, y hacía poco uso de tal otro y, por consiguiente, no lo desarrollaba grandemente, dentro de los límites impuestos por la necesidad y el ejercicio, y suponía que estas adaptaciones individuales eran en cierto modo hereditarias.

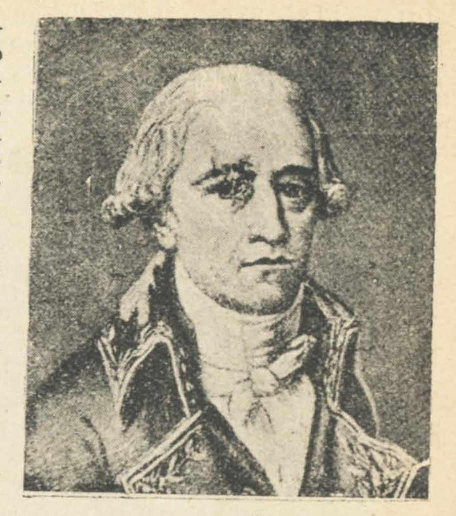


Fig. 1.—JUAN BAUTISTA LAMARCK (1744-1829), uno de los primeros zoólogos que formuló teorías evolutivas.

En la actualidad muchos investigadores y hombres de estudio han modernizado las ideas de Lamarck y profesan lo que han dado en llamar *neolamarckismo*, teoría que les ha seducido por el atractivo moral de la idea de que el esfuerzo puede tener consecuencias perdurables. Y es así, como al esfuerzo individual han agregado la idea de una fuerza elevadora. Bergson, el notable filósofo francés, ha descubierto un *elan vital*, y Bernard Shaw, una *life-force*, que no serían otra cosa que místicos impulsos hacia la adaptación, que vienen del organismo y actúan a su través.

Mientras Lamarck elaboraba sus ideas transformistas, un clérigo inglés, el doctor Malthus (1766-1834), desarrollaba ciertas opiniones acerca del rápido crecimiento de la población humana en relación con el abastecimiento del mundo. Estábamos, en consecuencia, amenazados de una dura lucha por la vida. La humanidad caminaba hacia el hambre; los débiles perecerían.

Estas ideas de Malthus, que al parecer no tenían ninguna relación con el Transformismo en ciernes, fueron conocidas oportunamente por dos grandes naturalistas: Carlos Roberto Darwin (1809-1882) Fig. 2, y Alfredo Russel Wallace (1823-

1913), Fig. 3, que comprendieron y profundizaron el hecho de la Selección Natural que dice que en la lucha por la existencia triunfan siempre los más fuertes, los más bien dotados.

Como puede verse, no fué Darwin quien «descubrió» la

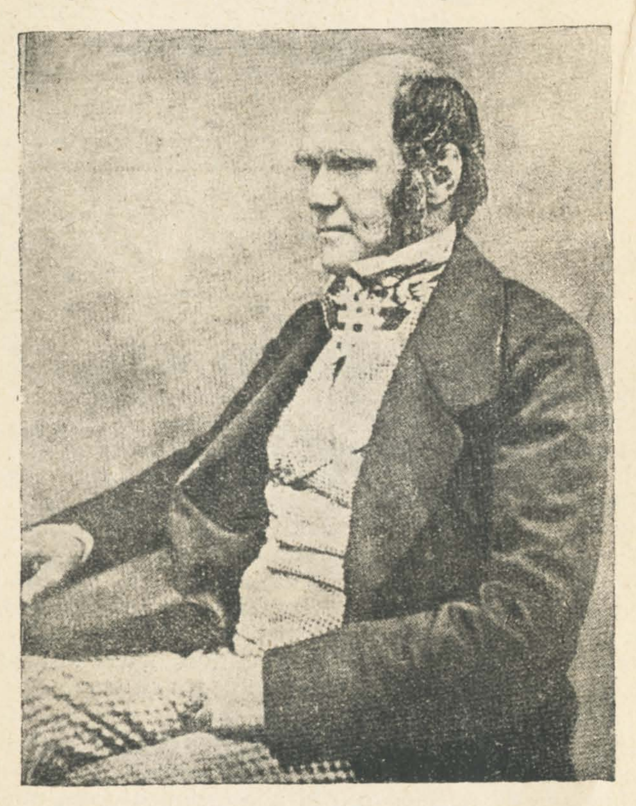


Fig. 2.—Carlos Roberto Darwin (1809-1882) a la edad de 45 años, cinco años después de la publicación de su famosa obra: «El Origen de las Especies».

Evolución, como se cree a menudo, ni tampoco Lamarck ni Wallace, por cuanto la idea de evolución la hallamos en las obras de escritores tan antiguos como Lucrecio, Empédocles y Tales, en las que se ofrecen claros esbozos de la idea.

En consecuencia, Evolución no es Darwinismo como tampoco Lamarckismo es Transformismo. No obstante, la obra desarrollada por Lamarck y Darwin en pro del Transformismo es inmensa, y tal vez sea esa la razón por la cual estos tér-



Fig. 3.—ALFREDO RUSSEL WALLACE (1823-1913), explorador y naturalista que con Darwin descubrió y profundizó el principio de la Selección Natural.

minos se confunden y llegan a identificarse en la acepción vulgar de sus significados.

Fué tan valiosa y decisiva la labor desarrollada por Darwin en este terreno, que la sola publicación de su obra «ORIGEN DE LAS ESPECIES» levantó furiosas controversias, en las que Tomás Huxley (1825-1895) Fig. 4, y Ernesto

Haeckel (1834-1919), Fig. 5, abogaron por la causa evolutiva y defendieron a Darwin y sus ideas de toda mala interpretación, pues hay que tener en cuenta que había que demostrar la razón de ser de la teoría a verdaderas legiones de enemigos declarados, entre los cuales había algunos que eran tenidos como autoridades científicas consagradas que por

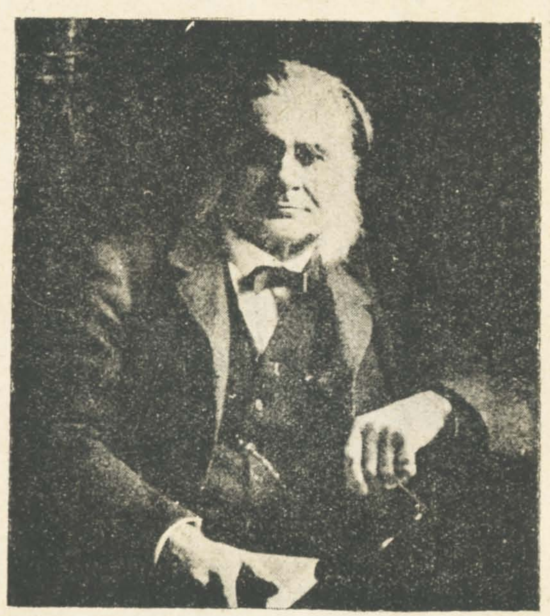


Fig. 4.—Tomás H. Huxley (1825-1895), gran admirador de Darwin y de su obra. Sostuvo violentas controversias defendiendo el principio transformista.

nada de este mundo deseaban abandonar sus ideas sobre la fijeza o inmutabilidad de las especies.

Fácil es comprender la situación difícil que se creaba Darwin frente a sus detractores que no podían tolerar aquello de que el hombre fuera considerado también como un animal a quien podían aplicarse los hechos de la Evolución. Afirmar esto equivalía a desafiar a controversia a todo el mundo de la teología contemporánea, pues, lo que hasta entonces había sido un terreno de interesante especulación para los natura-

listas, se convirtió en campo de enorme interés para todos los hombres.

Tal es, a grandes rasgos, el punto de vista de la evolución orgánica, cuyos detalles estudiaremos en seguida con mayor detención y ahondamiento, mientras la gloria científica que



Fig. 5.—Ernesto Haeckel (1834-1919), creador de la *Ley Biogenética.*

importa este trascendental asunto se reparte por el mundo con los nombres de Lamarck, Buffon, Saint-Hilaire y Giard, de Francia; Darwin, Wallace, Lyell y Huxley, de Inglaterra; Goethe y Haeckel, de Alemania; Hugo de Vries, de Holanda, aparte de muchos otros reconocidos hombres de ciencia que en alguna forma han seguido las sendas trazadas por tan esclarecidos talentos.

PROBLEMAS Y CUESTIONES

1.—¿En qué sentido la Teoría de la Evolución es nueva siendo que algunos pensadores de la antigüedad ya hablaban de ella?

2.—¿Qué diferencias hay entre teoría, hipótesis y ley?

3.—¡Explique las siguientes expresiones: darwinismo, lamarckismo, transformismo, supervivencia, inmutabilidad, escala zoológica, medio ambiente, factores intrínsecos, herencia y variación!

4.—¿Qué piensa Ud. respecto de la evolución del espíritu?

5.—Si es efectivo aquello de que un cuerpo sano debe poseer una mente sana, ¿cómo explicaría Ud. el hecho de que existan almas más o menos perfectas en cuerpos imperfectos, y viceversa?

6.—¿Por qué razón algunos autores hablan de Ley Evolutiva?

7.—¿Evoluciona nuestra raza? ¿Y nuestra nacionalidad? ¡Pruébelo!

8.—¿Cuándo diría Ud. que una especie animal o vegetal es altamente evolucionada?

Referencias:

Nonídez, «Viariación y Herencia». Edic. 1922, pág. 15.
Le Roy, «Bergson». Edic. Col. Labor 1928, pág. 94.
Forel, «La cuestión sexual». 2.ª Edic. 1923, pág. 42.
Anglas, «Cuestiones biológicas». Edic. 1926, pág. 9.
Scott, «Teoría de la Evolución». Edic. 1920, pág. 13.
Morgan, «Evolución y Mendelismo», 1.ª Edic. 1921, pág. 3 y sig.
Max Kollman, «La Biología», 1.ª Edic. 1927, pág. 149.
Koffka, «Bases de la Evolución Psíquica», 2.ª Edic. 1926, pág. 19 y 56.

2.—LA ESPECIE.—LINNEO Y CUVIER

Es curioso anotar el hecho, muy probable, por cierto, de que en la hora presente no habría un naturalista que se aventurara a dar una definición precisa de lo que es la *especie*, lo que resulta más curioso todavía si se tiene en cuenta que el conocimiento sistemático del mundo vivo radica en esa noción. Más adelante veremos el por qué de esta deficiencia relativa sobre la cual nosotros, buscadores incipientes de la

verdad científica, somos incapaces de derramar ninguna luz que venga a aclarar este problema cuya solución está reservada sólo a los magnates de la ciencia.

Fué el célebre naturalista sueco, Carlos Linneo, (1707-1778) quien, apoyando el concepto de la no variabilidad de los seres vivos, sostuvo aquello de que «contamos tantas especies distintas cuantas formas diversas creó originariamente el Ser Infinito». Pero Linneo no define lo que es la especie, y, aceptando a la letra el texto bíblico, se esfuerza en un todo a exponerlo científicamente. Así, en un principio habrían sido creadas solamente una pareja de cada especie animal, un macho y una hembra, o uno sólo cuando el animal era hermafrodita. Con ellos se habría poblado la tierra y todos sus descendientes habrían perecido en las aguas del diluvio, salvo las siete parejas de animales puros y las dos de impuros que Dios ordenó a Noé encerrar en el Arca.

Muchas objeciones se han levantado contra esta interpretación demasiado literal del texto que explica Linneo, pues basta pensar que, siendo sólo un macho y una hembra en un principio los animales creados, las fieras y las aves de presa e insectívoras, si eran las mismas de hoy, hubieran destruído a todos los demás animales con sólo tomar para su alimento un macho o una hembra de la pareja.

No obstante, la idea de inmutabilidad específica cobra mayor vigor y realce con Jorge Cuvier (1769-1832), Fig. 6, notable naturalista



Fig. 6.—Jorge Cuvier (1769-1832), célebre naturalista francés, creador de la llamada *teoría cataclismal*. Combatió a los transformistas.

francés, quien, en todo de acuerdo con Linneo, se permite introducir una modificación importante en la historia bíblica al admitir varios actos separados de creación.

Cuvier, gran paleontólogo, considerado por muchos como el verdadero creador de esta ciencia, pudo evidenciar que en las distintas épocas geológicas los seres vivos eran diversos, y que, por tanto, a juzgar por los fósiles, cada época había estado poblada por especies distintas que, de pronto, creía él, desaparecían sin pasar a la época siguiente. Para explicar esta desaparición pretendía Cuvier que al fin de cada época un gran cataclismo había destruído el mundo existente y que después de la terrible revolución se había poblado de nuevo con distintas formas de seres vivos. Esta teoría cataclismal fué inteligentemente refutada por Carlos Lyell, célebre geólogo inglés, amigo de Darwin, quien sólo admite, de acuerdo con la ciencia moderna, los llamados cataclismos parciales, tales como los terremotos y otros fenómenos semejantes debidos a la acción incesante de fuerzas puramente físicas que obran de un modo lento y paulatino, fuerzas que nosotros atribuímos a los llamados agentes exteriores o *neptunianos* que tienden a nivelar la corteza terrestre, y a los interiores o *plutónicos* que producen desequilibrio.

Como bien puede verse, bastaba sólo el simple enunciado de los principios de Lyell para destruir la teoría cataclismal de Cuvier, la cual teoría, sin embargo, alcanzó a tener muchos adeptos en su tiempo. No es raro, entonces, que los naturalistas de la antigüedad fueran partidarios de la creación independiente y sobrenatural de las especies y de su constancia absoluta, por cuanto las consideraban como tipos fijos e invariables que, creadas a un tiempo, habrían conservado a través de las generaciones, desde su origen hasta nosotros, su forma primitiva y esencial.

Parece que el genio de Linneo fué quien tuvo la gloria de desenmarañar la confusión en que se perdían las Ciencias Naturales, al establecer, más o menos claramente, la idea de los grupos zoológicos y una nomenclatura que permitía designarlos con bastante claridad, asignando a cada uno un nombre formado de dos palabras, la una del género a que pertenece o grupo de seres inmediatamente afines: por ejemplo, los osos, *Ursus;* la otra, la forma o especie que se considera: el oso pardo, el gris, el blanco, (*Ursus arctus*, *U. ferox*, *U. marítimus*), denominación que es casi igual a la que se sigue

para designar las personas: el nombre del género es el apellido; el de la especie es el nombre propio de cada uno. Linneo, además, agrupa los *Géneros* en *Familias* y éstas en *Ordenes*, de modo que en cada grupo vense claramente las finalidades que unían a las entidades inferiores que formaban aquella categoría.

«Todo en la naturaleza le parecía sujeto a un riguroso plan, al modo que el Criador lo concibió, y más aun que naturalista parecía poeta al expresar sus inspiradas ideas sobre el plan sublime de la naturaleza, y, apropiándose la elocuente expresión de Leibniz, decía con verdad: *Natura non facit saltum*. Pero su clasificación adolecía de un defecto capital. Desconociendo las especies que habían vivido en pasadas edades geológicas, no podía figurarse el ilustre naturalista que las formas que tenía ante sus ojos fueran relativamente recientes y las herederas de otras que les habían precedido en la vida del planeta».

A pesar de todo se define hoy la especie en concordancia con las ideas sustentadas por Linneo y Cuvier en el sentido de que se trata de una «colección de seres organizados que concuerdan en sus caracteres esenciales, proceden unos de otros o de padres comunes a los que se parecen tanto como ellos entre sí, y producen descendientes fecundos»,—definición que, si bien tiene algo de concreto y científico, encierra, no obstante, serias dificultades al profundizarla en el análisis de los tres principales elementos que contiene, a saber: semejanza morfológica—parentesco genealógico y fecundidad del cruzamiento.

a) El primer elemento, es decir, el que se refiere al *criterio morfológico*, es insuficiente, ya que no se dice cuáles son los llamados caracteres esenciales, pues resulta que hay géneros de animales y de plantas sobre cuyo número de especies no existe un acuerdo general.

b) Según el *parentesco genealógico* un ser cualquiera debe producir siempre otro parecido a él, pero sabemos, por el conocimiento particular que de los individuos tenemos, que a menudo se presentan casos que ostentan profundas variaciones, tal como acontece, por ejemplo, con las hormigas y las abejas, cuyos individuos difieren grandemente de los que han engendrado: existe lo que se llama polimorfismo y en muy alto grado, (Fig. 7, 8 y 9).



Fig. 7.—Polimorfismo social en las *hormigas termitas:* R, reina de vientre enorme, encargada de la reproducción; A, insecto alado; S, soldado; O, obrero.

c) El *criterio mixológico*, esto es, el que se refiere a la fecundidad del cruzamiento, es también incompleto, ya que se da el caso de que dos especies tenidas como diferentes pueden cruzarse dando lugar a productos híbridos o bastardos, tal como ocurre con *Equus caballus* y *Equus asinus* que, al cruzarse, dan un producto híbrido, el macho o la mula, según el caso. (Véase Amisia).

Pero no solamente entre especies diferentes pueden obtenerse los resultados antes señalados, pues también se da el caso de híbridos procedentes de individuos de géneros y familias distintos. (1)

«Por el contrario, puede haber individuos de raza, con un origen común, como los mestizos estériles, que no hacen cópula fecunda con los representantes del

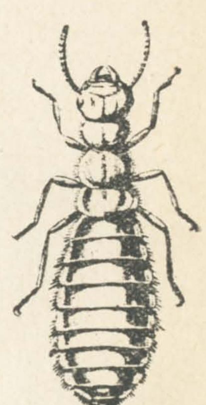


Fig. 9.—*Termita obrero*, encargado de buscar y elaborar los alimentos de la colonia, en cuya tarea es ayudado por los soldados que le defienden en caso de peligro. El obrero carece de armas defensivas.



Fig. 8.—*Termita soldado*, mostrando sus enormes mandíbulas.

———

(1) Ejemplo de híbrido bigenérico es el resultante del cruzamiento del pato casero (*Cairina moschata*) con el pato real de Chile (Mareca sybilatrix).

tipo primitivo, siendo que, según Linneo y Cuvier, el mestizo debiera ser siempre fecundo y nunca el bastardo». (Ver pág 142).

Vemos, pues, que los fenómenos de hibridación y mestizaje no tienen gran valor en el terreno que dice relación con la idea de especie y de ninguna manera nos pueden servir para caracterizarla. Su valor radicaría, casi exclusivamente, en el resultado inmediato que produce la hibridación, es decir, la producción de individuos que presentan nuevas combinaciones de caracteres que tienden a una mayor diversificación, y nada más.

PROBLEMAS Y CUESTIONES

1.—¿Cuál es la definición que se da actualmente de la especie?

2.—¿Qué objeciones haría Ud. a la definición anterior?

3.—¿Quién fué el creador de la teoría cataclismal?

4.—¿En qué consiste el sistema binominal de Carlos Linneo?

5.—¿Cuándo dice Ud. que un ser es bastardo? ¿Qué otro nombre puede darle también?

6.—¿Quién refutó a Cuvier? ¿En qué forma?

7.—¿En qué sentido el mestizo debiera ser siempre fecundo?

8.—¿Qué diferencia existe entre raza, variedad y especie?

Referencias:

Leininger, «La Herencia biológica». 1.ª Edic. 1927, pág. 12.
Fuset Tubiá, «Zoología». 2.ª Edic. 1928, pág. 197.
Max Kollmann, «La Biología». 1.ª Edic. 1927, pág. 163.
Le Dantec, «La crisis del Transformismo». Edic. Cast. 1911, pág. 146.

3.—HIBRIDISMO.—NAUDIN Y MENDEL

A menudo hemos oído hablar de productos híbridos y hasta hemos empleado el vocablo, pero sin reparar en su verdadera acepción, ocasionándonos, de esta suerte, el gran daño que acusa una ignorancia atrevida. Es este el momento, pues, de definir dicho concepto a fin de penetrar con pie seguro en la conquista de la verdad científica que dicha palabra puede

ofrecernos como un medio de alcanzar más vastos conocimientos.

Por hibridación se entiende el cruzamiento natural o artificial de variedades, especies, géneros y aún familias distintos. (Nonídez: «Variación y Herencia», pág. 66).

Los primeros trabajos sobre hibridismo datan de los tiempos de Kolreuter, quien, en 1760 cruzó dos especies de tabaco, *Nicotiana rústica* y *N. paniculata*, siendo éste el primer caso de hibridación artificial de dos especies diferentes en el reino vegetal.

Otros estudios prácticos realizó en 1863 el botánico francés Naudin, con los cuales añadió gran riqueza de datos sobre cuestiones de vital interés en este género de investigaciones.



Fig. 10.—Juan Gregorio Mendel (1822-1884), descubridor de las leyes fundamentales de la transmisión hereditaria.

Desde entonces se han hecho innumerables experimentos de esta clase y se han encontrado muchos híbridos en la naturaleza. Pero los resultados más interesantes no llegaron a conocerse hasta que el fraile agustino, Juan Gregorio Mendel, (Fig. 10), en su convento de Brunn, hizo aquellas investigaciones extensas y penosas que le llevaron a descubrir las primeras regularidades en esta esfera de extremada complicación. Sus resultados los publicó en 1865, pero sus trabajos, que no coincidían con la orientación ideológica de la época, permanecieron casi ignorados hasta el comienzo de nuestro siglo en que fueron exhumados del olvido por tres botánicos, uno holandés, otro alemán y otro austriaco: De Vries, Correns y Tschermak. A ellos debe la teoría de la herencia su forma actual de ciencia exacta

que establece el enlace entre la botánica, la zoología y la antropología.

¿Por qué razón llegó Mendel tan lejos como no llegaron otros investigadores antes y después? Principalmente por la cuidadosa elección del objeto de sus experimentos. En lugar de producir híbridos de especies, esto es, de formas que se diferencian en un gran número de caracteres, cruzó razas que se distinguen sólo por uno o pocos caracteres. Eligió para ello variedades de arvejas amarillas y verdes y no se contentó con investigar la descendencia de la primera generación, sino que siguió durante varias generaciones estudiando estadísticamente la aparición de las parejas de caracteres diferenciales. Mendel llamó *dominante* el carácter amarillo, y *recesivo* el verde, lo cual le permitió formular la ley que lleva su nombre:

a) *Ley del predominio.*—«Cuando se cruzan dos individuos de la misma especie, pero de distintas variedadess, uno de los cuales está provisto exclusivamente de carácter dominante y el otro tiene carácter recesivo, en la primera generación todos los descendientes son de carácter dominante».

b) *Ley de la separación de caracteres.*—«Cuando se cruzan dos individuos de la primera generación de híbridos, vuelve a aparecer el carácter recesivo del abuelo en la proporción de $^1/_4$ por $^3/_4$ de individuos que muestran el carácter dominante».

La descendencia de esta segunda generación produce los siguientes resultados: los individuos recesivos dan, reproduciéndose entre sí, sólo recesivos indefinidamente, en tanto que los dominantes producen individuos de dos clases: $^1/_3$ de dominantes puros que, al cruzarse entre sí, darán dominantes indefinidamente, y $^2/_3$ de dominantes no puros que se reproducen en una mezcla de dominantes y recesivos en la proporción de 3 es a 1.

Estos hacen lo mismo que los individuos de la segunda generación y así sucesivamente, (Fig. 11).

En la actualidad, los principios mendelianos han sido aplicados con éxito a los animales por Bateson, Cuénot y otros investigadores que han generalizado y hecho universales las leyes de Mendel, dando cuerpo y gran desarrollo a la nueva ciencia llamada Genética Experimental. Citemos aquí, únicamente, y a manera de casos ilustrados, los híbridos ya conocidos del caballo y el asno, de la cebra con el ca-

ballo o el asno, llamado *cebroide*, y el muy interesante obtenido entre la vaca Hereford y el cebú (Bos indicus), cuyo híbrido (Fig. 12), por la forma de su cornamenta, la ausencia de joroba y de orejas colgantes y otros caracteres, se asemeja más a la madre que al padre indicando esto que los caracteres de aquella parecen predominar.

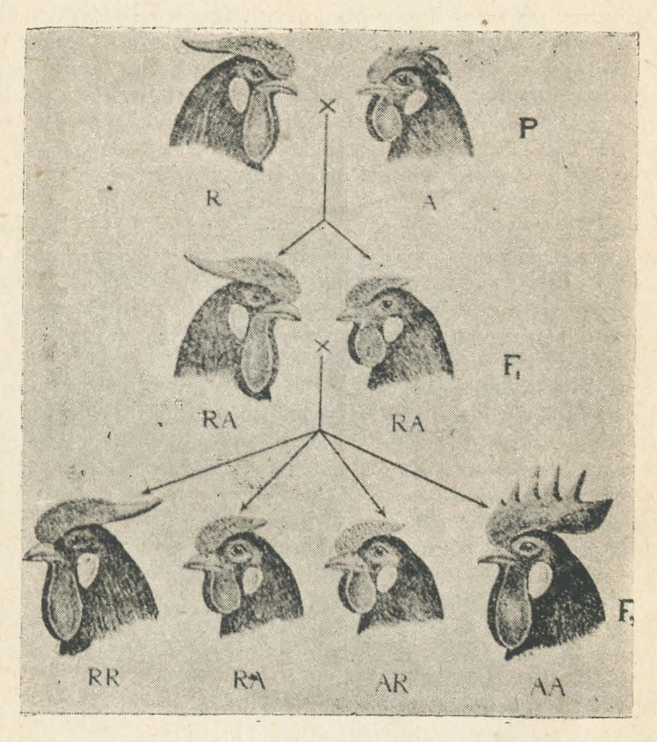


Fig. 11.—Resultados del cruzamiento de un gallo de cresta en roseta, R, con una gallina de cresta aserrada, A. P, padres; F_1, primera generación filial (hijos); F_2, segunda generación (nietos).

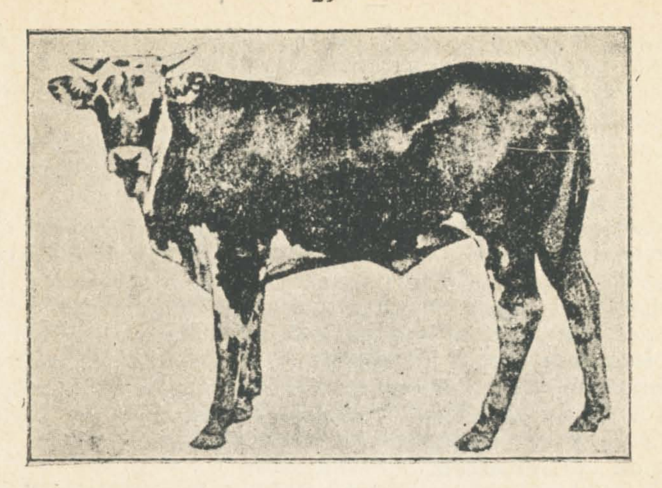


Fig. 12.—Híbrido del cruzamiento del *cebú* y una *vaca Hereford* en el que parecen predominar los caracteres de esta última.

PROBLEMAS Y CUESTIONES

1.—¿Qué entiende Ud. por hibridación?
2.—¿Por qué razón Mendel pudo llegar mucho más lejos que otros investigadores del hibridismo?
3.—Enuncie la ley del predominio y explique este asunto gráficamente.
4.—Haga un esquema con círculos blancos y negros, explicando la ley de Mendel.
5.—¿De qué se ocupa la Genética?
6.—¿En qué forma podría aplicarse el mendelismo al hombre?
7.—¿Cuál es el mecanismo de la herencia mendeliana?
8.—Relacione lo anterior con el origen de los caracteres hereditarios.

REFERENCIAS:

Nonídez, «Variación y Herencia». 1.ª Edic. 1922, pág. 67.
Leininger, «Herencia biológica». 1.ª Edic. 1927, pág. 41.
Morgan, «Evolución y Mendelismo», 1.ª Edic. 1921, pág. 38 y 48.
Fuset Tubiá, «Zoología». 2.ª Edic. 1928, pág. 180.

Starling, «Fisiología». 2.ª Edic. 1927, Tomo II, pág. 575.
Forel, «La cuestión sexual», 2.ª Edic. 1923, pág. 50.
Lippsius y Sapper, «Filosofía Natural». 1.ª Edic. 1931, págs. 346 y sig.

4.—LA HERENCIA

Acaso ningún fenómeno es tan impresionante como el desarrollo de una mínima partícula de protoplasma que participa de todas las características de los progenitores. La facultad de la reproducción es una de las principales características de los seres vivos. Consiste dicha facultad en la propiedad que poseen los organismos de separar del lugar de su formación ciertos elementos vivos, formados por la propia substancia de aquellos, los cuales se transforman y crecen hasta convertirse en nuevos individuos semejantes a los padres de que proceden.

El fenómeno de la reproducción en los seres inferiores (PROTOZOARIOS) ofrece todos los modos de división, binaria y múltiple, así como los propios de la conjugación en general. Las células así engendradas pasan por cambios diversos de forma y por distintas fases de vitalidad, que se suceden en un ciclo evolutivo.

En estos organismos inferiores, la división da lugar a dos seres semejantes con todos los atributos de la vida; y como siempre se está repitiendo el mismo fenómeno, nunca desaparece ninguna parcela orgánica, es decir, el organismo se reproduce y no muere. La vida unicelular se desarrolla así, cíclica, eterna, propagándose y desenvolviéndose a través del tiempo sin que ninguna usura lleve a una decadencia o determine la muerte. Sin embargo, en algunos *Infusorios* obsérvase una modalidad especial, como ocurre en los paramecios que, después de unas trescientas generaciones, sufren la degeneración senil. Entonces, dos individuos agotados se acercan, se unen por la boca y después más íntimamente; los macronúcleos se reabsorben y los micronúcleos sufren una división indirecta. Un fragmento se divide dando un pronúcleo masculino y un pronúcleo femenino. Los dos individuos cambian un pronúcleo; después de una fusión, el núcleo obtenido se divide en macro y en micronúcleo. Entonces los dos Infusorios se separan.

Lo que acabamos de describir es una forma de reproduc-

ción sexual, que en los animales superiores adquiere modalidades muy interesantes que debemos conocer.

Interésanos, pues, la llamada reproducción sexual, esto es, aquella forma de reproducción en la que intervienen células germinales, masculinas y femeninas, formadas respectivamente en el interior del cuerpo de dos seres vivos distintos, de diferentes sexos, las cuales, después de haberse separado del cuerpo materno, se fusionan entre sí para formar un nuevo ser semejante a los individuos de quienes proceden.

Fecundada la célula huevo, se divide muchas veces en fragmentos cada vez más pequeños, llamados *blastómeros*. El óvulo fecundado se ha convertido en el asiento de una maravillosa actividad formatriz que no terminará completamente, hablando del hombre, hasta los 30 ó 40 años.

Pero el acto mismo de la fecundación ofrece algo de particular que es conveniente poner en evidencia. La mayoría de los investigadores están de acuerdo en considerar al núcleo celular, o mejor todavía, al elemento cromático (*cromosomas*) como el agente esencial de la fecundación. El número de cromosomas es fijo para cada especie: 4 en los Ascáridos, 18 en el erizo de mar, 24 en el hombre, ¿cómo es, entonces, que el número de cromosomas no se duplica en la fecundación al unirse dos células? La observación enseña que los descendientes poseen el mismo número de cromosomas que los ascendientes. Es, pues, necesario que en algún lugar haya sido reducido este número a la mitad. La investigación microscópica ha mostrado que esta reducción se verifica antes de la fecundación, al formarse las células germinativas y se comprende bajo el nombre de *división reductiva* y acontece de modo igual en el sexo masculino y femenino. Dichas células están, pues, simplificadas: cuando se unan originarán un huevo fecundado en todo semejante desde el punto de vista del número de cromosomas, a las células originales de los elementos reproductores, (Fig. 13).

En el curso de la fecundación, los dos elementos macho y hembra, colaboran para formar una célula en la cual son yuxtapuestas las cromatinas de los padres y que es el punto de partida de la nueva generación. El individuo que nazca encerrará, en todas sus partes, las materias características de los generadores.

La herencia, transmitida a los descendientes, tiene así una

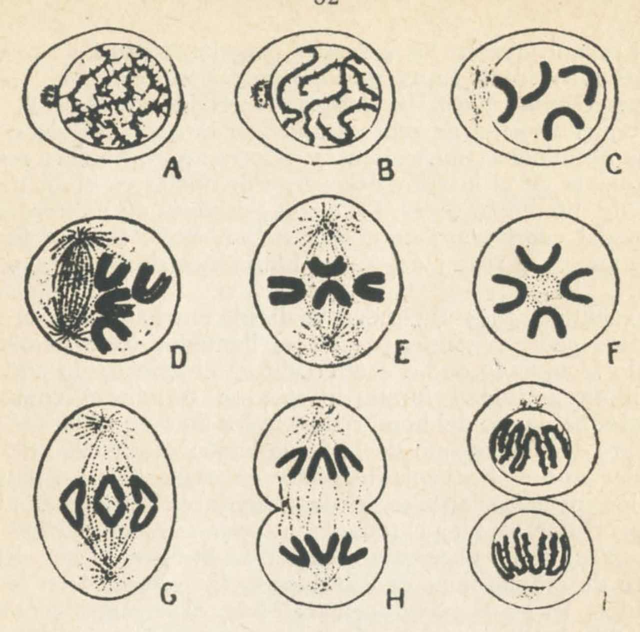


Fig. 13.— Esquema de la división de una célula ideal provista de cuatro cromosomas.

base anatómica. La cromatina debe ser considerada como soporte esencial de las propiedades hereditarias.

Al producirse la fecundación, debemos tener en cuenta que los cromosomas, masculinos y femeninos, no se fusionan completamente, sino que, por el contrario, quedan yuxtapuestos. Cuando el huevo fecundado se segmenta en dos, cuatro, ocho células, etc., las cromatinas macho y hembra se dividen exactamente para poder persistir en todos los elementos necesarios semejantes a lo que eran en las células primitivas. De manera que los elementos morfológicos portadores de las propiedades hereditarias macho o hembra, permanecen individualizados en las células constitutivas del nuevo ser. En consecuencia, las células del hijo reunen los caracteres del padre y los de la madre. Estos caracteres son dominantes o recesivos, independientes, y no sufren el influjo uno de otro, es decir, que los dos conjuntos son simple-

mente yuxtapuestos en el hijo. Cuando este forma, a su vez, células reproductoras, los elementos elaborados no tienen más que la mitad de las propiedades hereditarias acumuladas en las células iniciales, gracias al fenómeno de reducción. Esta mitad que representa todas las propiedades necesarias para la vida, representa también la asociación estrecha de las cualidades provinientes las unas del padre y las otras de la madre. Así, el matrimonio de los padres, con la interdependencia de los caracteres, se verifica en realidad en el niño, en el momento en que se prepara para dar nacimiento a la tercera generación. De suerte que en la tercera generación, existen y actúan estrechamente asociados los caracteres de los abuelos y simplemente yuxtapuestos los de los padres. Se podría decir, con Pyle, que los padres no se conocen en el niño y que los abuelos se casan en el nieto. En suma, las propiedades hereditarias que duermen en nosotros, representan unidades tanto más numerosas y mejor combinadas, cuanto más alejadas están de nosotros las generaciones que evocan.

«El niño es, pues, un conjunto de numerosas propiedades ancestrales combinadas en el curso del tiempo y estrechamente asociadas a la materia orgánica actual.»

5.—DIMORFISMO DE LOS CROMOSOMAS SEXUALES Y LA HERENCIA LIGADA AL SEXO

La ciencia ha opinado durante mucho tiempo que los organismos del macho y de la hembra son en el fondo iguales y que los dos sexos no se diferencian más que por los elementos reproductores.

Para comprender el proceso de la transmisión hereditaria del sexo es necesario conocer antes la constitución cromosómica de los gametos, pues hoy se sabe que, en muchos animales, los cromosomas sexuales son diferentes por su número y tamaño en los dos sexos. A manera de ejemplo ilustrativo, esta diferencia puede representarse por dos grupos distintos, a saber:

1.er. grupo.—En ciertos animales (Hemípteros), los machos tienen en sus células somáticas un cromosoma menos que las hembras, por lo que su número de cromosomas es impar. Dicho cromosoma impar ha recibido el nombre de *cromosoma*

sexual o X. Los otros cromosomas no sexuales se llaman *autosomas*.

Los espermatozoides son, de consiguiente, de dos clases: unos con cromosoma sexual y otros sin cromosoma sexual. Se dice que el macho es *símplex*, porque sólo tiene un cromosoma X.

Las hembras tienen en sus células somáticas dos cromosomas sexuales que se aparean para formar uno solo, grueso y distinto, que en seguida se separan al madurar los óvulos. La hembra es *dúplex*, porque tiene dos cromosomas X. Cuando el óvulo es fecundado por un espermatozoide desprovisto de cromosoma X, se producirá un macho.

En otros animales (Dípteros), los machos y las hembras poseen en sus células somáticas el mismo número de cromosomas; pero en el macho hay un par de cromosomas sexuales desiguales, siendo uno de ellos grande (cromosoma *X*) y otro pequeño (cromosoma *Y*), mientras que en la hembra los dos cromosomas sexuales son del mismo tamaño. Después de las divisiones de maduración en el macho, los dos cromosomas sexuales se separan, alojándose cada uno (el grande y el pequeño), en un espermatozoide diferente. Se forman, por lo tanto, dos clases de espermatozoides. La fecundación dará los siguientes resultados:

Esper. con cr. x más óvulo con cr. x igual xx (hembra).
Esper. con cr. y más óvulo con cr. x igual xy (macho)

2.° grupo.—En algunas mariposas y aves, se ha observado una disposición cromosómica inversa al grupo anterior. La fecundación en este caso, da los resultados siguientes:

óv. con cr. x más esper. con cr. x igual xx (macho).
óv. con cr. y más esper. con cr. x igual xy (hembra).

En la herencia ligada al sexo los caracteres hereditarios siguen exactamente la distribución de los cromosomas sexuales en los descendientes, lo cual parece ser una nueva demostración de la teoría cromosómica, al admitir que dichos caracteres están representados por las determinantes localizadas en el cromosoma X del macho y de la hembra. El cromosoma *Y* es un cromosoma reducido que no influye en la he-

rencia y se supone que es un elemento en vías de desaparición.

Los resultados de los cruzamientos varían según se trate de individuos que correspondan a uno u otro de los grupos anteriormente descritos.

De lo expuesto anteriormente se desprende que en la célula germinativa, microscópica y exteriormente sin estructura, tiene que haber algo que produce en el descendiente, en el curso de su evolución individual, todos los caracteres que distinguían a los antepasados. Ese algo podemos llamarlo «masa» o «patrimonio hereditario».

La mayor parte de los investigadores consideran, pues, a los cromosomas como el asiento material de las disposiciones hereditarias.

«Sin duda, la concepción de los cromosomas, como asiento de la herencia, tiene una serie de elementos teóricos. Pero por otra parte muchos hechos la abonan, y en las investigaciones de estos últimos años se ha revelado, por lo menos, como excelente hipótesis de trabajo. Muy interesantes han resultado, a este respecto, las fecundas experiencias realizadas por T. H. Morgan en la mosca del vinagre (*Drosophila melagonaster*), y contenidas en su libro «Evolución y Mendelismo».



Fig. 14.—AU USTO WEISMANN (1834-1914), célebre biólogo alemán autor de una interesante teoría que explica los fenómenos de herencia, desarrollo y evolución. Por sus ideas pertenece a la escuela neo-darwinista.

6.º Teoría de Weismann. — «Augusto Weismann, célebre biólogo alemán (1834-1914),Fig. 14, para explicar los fenómenos de herencia, de desarrollo y de evolución, admite dos clases de protoplasma: el *morfoplasma* y el *idioplasma* o sustancia hereditaria. El idioplasma está localizado en el núcleo de las células sexuales, donde tiene una composición

especial, designándole con el nombre de *plasma germinativo*. Dicho núcleo está formado por una serie de partículas representativas, las *idantes* o *cromosomas*, compuestas de pequeños corpúsculos de plasma germinativo, que son las *idas* o *gránulos de cromatina;* las idas están, a su vez, integradas por unidades aun más pequeñas, que son las que determinan los caracteres de cada parte del cuerpo (célula o tejido), por lo que han recibido el nombre de *determinantes*. Por último, las determinantes están compuestas de unidades protoplasmáticas verdaderamente elementales, los *bióforos*.

De todas estas series de partículas, las idantes y las idas son visibles al microscopio; en cambio las determinantes y los bióforos son unidades hipotéticas, absolutamente invisibles.

El número de las determinantes debe ser inmenso, porque cada una representa un carácter, de modo que el organismo viene a ser un mosaico de caracteres, así como el patrimonio hereditario, será un mosaico de determinantes».

En el período de la maduración del óvulo, la división de reducción, al eliminar la mitad de cromosomas, elimina la mitad de determinantes, y la fecundación lo substituye por un número proporcional de los que aporta el espermatozoide. Este germen diıigirá la evolución del nuevo individuo que poseerá así caracteres del padre, de la madre y otros que le son propios.

PROBLEMAS Y CUESTIONES

1.—¿En qué consiste la teoría cromosómica de la herencia?
2.—¿Qué son los bióforos de Weismann?
3.—¿En qué consiste la hemofilia?
4.—¿Por qué razón los nietos se parecen casi siempre a sus abuelos?
5.—¿Cómo explica Ud. el atavismo?
6.—Haga un trabajo de investigación sobre la herencia biológica.
7.—¿De qué manera explica Ud. la herencia espiritual?
8.—Haga un estudio de su propia herencia física y mental.
9.—¿Qué aspectos podrían formar parte de la herencia social?
10.—¿Cuál es la llamada ley de Galton?

11.—¿Podría decir Ud. algo acerca de la teoría factorial de la herencia y la composición del plasma germinal?

REFERENCIAS:

Scott, «Teoría de la Evolución». 1.ª Edic. Cast. 1920, pág. 35.
Fuset Tubiá, «Zoología». 2.ª Edic. 1928, pág. 187.
Morgan, «Evolución y mendelismo». 1.ª Edic. Cast. 1921, págs. 17 y 29.
Anglas, «Cuestiones biológicas». 1.ª Edic. Cast. 1921, pág. 36.
Lippsius y Saper «Filosofía Natural». 1.ª Edic. Cast. 1931, pág. 349.
Le Dantec, «La Crisis del Transformismo». Edic. Cast. 1911, pág. 218.
Leininger, «La Herencia biológica». Edic. 1927, págs. 76, 99 y 137.

CAPITULO SEGUNDO

BASES DEL TRANSFORMISMO

1.—BUFFON Y LAMARCK

Dominar las fuerzas de la naturaleza no es el único objeto de la ciencia, ha dicho un notable pensador, porque ella responde también a una necesidad innata de nuestro espíritu que pretende explicarse el mundo en que vivimos y resolver, en lo posible, el problema de los orígenes. Esta curiosidad absolutamente desinteresada, ha conducido muchas veces a descubrimientos prácticos, lo cual hace pensar que algo semejante a lo que ocurre con la felicidad parece ocurrir con lo útil: más seguro y más fácil es encontrarlos en nuestro camino cuando menos los perseguimos directamente.

En este aspecto podemos decir que de los diversos problemas que siempre han apasionado al humano espíritu, ocupa un lugar preferente aquel que dice relación con el estudio y conocimiento de las bases científicas del Transformismo, a lo cual nos hemos de referir particularmente en el presente capítulo a fin de hacer un poco de luz en tan interesante asunto.

Ya hemos dicho que la idea de evolución, como la de variación contínua, se remonta a la antigüedad, y que se mantuvo en el dominio de la filosofía pura hasta más o menos el siglo XVIII en que el gran Buffon (1749) la incorpora a la filosofía positiva al plantear el problema de la especie en su obra «Historia Natural de los Animales».

Declara Buffon que la forma de las especies animales no es inalterable, sino que puede variar y también cambiarse completamente según el medio en que viven. Las especies menos perfectas, las más delicadas, las más pesadas, menos

ágiles, menos defendidas han desaparecido o tendrán que desaparecer en el tiempo.

Esforzóse, además, en demostrar que la fauna de América está constituída, sin duda, por las formas emigradas del antiguo mundo y modificadas por la temperatura, el clima, la calidad de los alimentos, etc., considerándoselas hoy día como especies diferentes.

Las ideas de Buffon acerca del Transformismo se precisan con Juan Bautista Lamarck, quien funda sus convicciones en el estudio minucioso y prolongado que hiciera de las plantas y de los animales, lo que expuso en su «Filosofía Zoológica» (1809) y en su «Historia de los Animales Invertebrados» (1815).

Nació Lamarck en Bazentin el año 1744, llegando a ser profesor del *«Jardín de plantas de París»* en 1792. A partir de esta fecha se concreta de lleno a estudiar las bases científicas del Transformismo que después vació en sus obras, encontrando la oposición más viva y la hostilidad de los que imponían el criterio científico de esa época, a la cabeza de los cuales figuraba la renombrada autoridad de Jorge Cuvier, enemigo declarado de la ley evolutiva.

En 1812 Lamarck queda ciego, y permanece en este estado hasta el año 1829 en que ocurre su muerte, después de haber consagrado la mejor parte de su vida al estudio de las variaciones de las formas orgánicas.

Para Lamarck la especie carece de estabilidad absoluta y afirma claramente la idea de que la especie no es inmutable y que los seres vivos derivan los unos de los otros por la acción de las leyes naturales a partir de la unidad primordial, extremadamente simple. Atribuye al hábito, al uso, a la influencia del medio, a la herencia de los caracteres adquiridos, las causas de la evolución de los organismos y llega a admitir la génesis del ser primordial a partir de la materia inerte.

El hombre, dice, proviene de una transformación de los cuadrúmanos que abandonaron la vida arborícola y adquirieron nuevos hábitos de vida social.

Sus facultades mentales no tienen, sobre las de los demás animales, la preeminencia de su origen superior y sobrenatural: entre ambos sólo hay una diferencia cuantitativa y no cualitativa, como creen algunos.

Su teoría puede quedar comprendida en los siguientes principios:

1.° «En todo animal que no ha sobrepasado el término de sus desarrollos, el empleo más frecuente y sostenido de un órgano cualquiera, hace más fuerte este órgano, lo desarrolla y le da una fuerza proporcionada a la duración de este empleo; mientras que el desuso constante de tal órgano, lo debilita insensiblemente, lo deteriora, disminuye progresivamente sus facultades y acaba por hacerle desaparecer». Ejemplos: el largo cuello de la jirafa y el enorme desarrollo de sus extremidades anteriores debieron producirse por el constante esfuerzo hecho por el animal al coger las hojas de los grandes vegetales de que se alimenta; el largo cuello de algunas aves nadadoras que buscan su alimento sumergido en el medio que le es habitual; los ofidios que se arrastran y buscan su escondite en la maleza a fuerza de atravesar por estrechos agujeros desarrollan su cuerpo grandemente en longitud, etc., etc.

Del mismo modo, la falta de uso, según Lamarck, acarrea la atrofia, tal como ocurre con los ojos del topo y de otros animales de vida subterránea que por el desuso de dichos órganos han llegado casi a perder definitivamente la función que les es propia. Igual cosa acontece con la desaparición de los dientes de muchos Edentados que los poseen sólo en su estado embrionario, etc.

2.° «Todo lo que la naturaleza ha hecho adquirir o perder a los individuos por la influencia de las circunstancias a que está expuesta su raza desde largo tiempo y, por consiguiente, por el empleo predominante de tal órgano, o por desuso constante, ella lo conserva por medio de la generación a los descendientes, siempre que los cambios adquiridos sean comunes a los dos sexos». De esta suerte, el caballo tridáctilo que, sujeto a condiciones variables, andaba siempre huído por praderas firmes y que rara vez corría por un terreno blando, no empleaba sus dedos laterales, útiles en otro tiempo, con lo cual éstos no se veían estimulados a desarrollarse, mientras que el dedo central hacía todo el trabajo y recibía todo el beneficio. Según la idea lamarckiana, los caballos heredaron el dedo principal aumentado y los laterales reducidos que ostentan en la actualidad.

«Pero el hecho de que no siempre se transmiten los caracteres adquiridos por adaptación durante el curso de la existencia individual, parece restringir el campo de aplicación del principio lamarckiano, según el cual las variaciones por

efecto del uso y desuso y la herencia de ellas explicarían la evolución de las especies; ejemplos: perros sin cola, amputaciones y cicatrices, circuncisión, deformación del pie de las chinas, etc., que, por lo general, no se transmiten a las nuevas generaciones». (Ver «El mundo circundante y su influencia diversificadora»).

PROBLEMAS Y CUESTIONES

1.—¿Qué entiende Ud. por filosofía pura y filosofía positiva?

2.—¡Concrete los principios de Buffon!

3.—¿Por qué razón no encontró Lamarck grandes partidarios en su tiempo?

4.—¡Enuncie y resuma los principios lamarckianos!

5.—¿Qué entiende Ud. por diferencias cuantitativas y cualitativas?

6.—¿Qué es lo contrario de atrofia?

7.—Haga un estudio crítico acerca del uso y desuso de los órganos preconizado por Lamarck. Colóquese frente a los factores hereditarios.

Referencias:

Morgan, «Evolución y Mendelismo», pág. 29.
Fuset Tubiá, «Zoología». 2.ª Edic. 1928, pág. 200.
Anglas, «Cuestiones Biológicas». 1.ª Edic. 1926, pág. 9.
Max Kollmann, «La Biología», 1.ª Edic. 1927, pág. 169 y 187.
Guerrero, Filosofía, Tomo II 1930, pág. 117.

2.—TENDENCIA COMPLICADORA DEL PROTOPLASMA

Se suele admitir que el protoplasma es lo vivo de la célula; pero como la célula es tan heterogénea, prácticamente se hace algo difícil señalar cuál es, o en qué consiste esa substancia viva.

Es el caso que el protoplasma no puede faltar en ninguna célula, como tampoco puede faltar el núcleo, de lo cual podemos inferir que la vida es común a ambos.

Cabe preguntar, entonces, ¿hasta qué punto puede poseer el protoplasma una fuerza innata, una tendencia inherente capaz de complicar la estructura de los organismos?

Según Lamarck, existe esa fuerza innata del protoplasma que puede, como se ha dicho, presidir el desarrollo de todo el mundo orgánico, lo que es fácil comprobar en el desarrollo embrionario (*ontogenia*) de los seres superiores que en un principio tienen formas sencillas, que después se complican y se perfeccionan. Y esto que se observa en los desarrollos individuales, puede también evidenciarse en la evolución específica (*filogenia*) de las distintas categorías animales que en su avance hacia el progreso se complican y perfeccionan cada vez.

Por otra parte, se admite que este principio impulsor interno del protoplasma responde también a la acción de ciertos agentes externos que favorecen en estos casos la aparición de una variación hasta ese momento inactiva y que despierta bajo la influencia de esas irritaciones del mundo exterior. Pero tales medios de irritación, como la temperatura, la presión, etc., sólo concurrirían con la tendencia interna a la súbita aparición de caracteres nuevos, ya que dichos caracteres se suponen latentes en el organismo mucho antes de ejercitarse la acción.

El clásico ejemplo de la gallina que incuba los huevos, o del podador que corta ciertas yemas del árbol, nos aclara esta cuestión en el sentido de que no son los agentes externos la fuente o causa exclusiva de las variaciones, sino aquellas potencias propias del protoplasma, muy sensibles, por supuesto, que reviven bajo la influencia del agente exterior.

Sobre este asunto diremos nosotros que la razón de ser de la llamada tendencia complicadora del protoplasma, es cosa un tanto difícil de dilucidar, ya que podría ella radicar en el núcleo y no en el protoplasma, dado el caso de que en los tiempos en que vivió el naturalista francés poco se conocía la estructura celular en lo que dice relación con otros elementos que no fuera el protoplasma de la célula.

Frente al problema de la herencia, por ejemplo, cabe decir aquí que durante el proceso de la fecundación, tanto el espermatozoide como el grano de polen, aportan una cantidad de protoplasma, mayor en el último, y que el óvulo suele estar dotado de abundante cantidad de dicha substancia, por lo cual no sería de extrañar que en ella estuviesen localizados algunos factores hereditarios.

Si tal cosa sucede, hay que confesar que hasta el presente no se ha podido comprobar durante la división celular nin-

gún mecanismo que asegure la repartición equitativa del protoplasma entre las dos células hijas.

Por lo demás, la localización de los factores de aquellos caracteres que siguen la herencia mendeliana en los cromosomas, es un hecho que cuenta con numerosas pruebas de carácter experimental; la localización de dichos factores en el protoplasma está todavía por demostrar, estando reservada a lo porvenir la solución de tan importante problema; lo que no excluye, naturalmente, la participación del protoplasma en la herencia, pudiendo también ocurrir que pequeñas modificaciones vayan representadas en factores localizados en dicha substancia celular.

PROBLEMAS Y CUESTIONES

1.—¿Por qué decimos que el protoplasma es una substancia albuminosa?

2.—¿Cuáles son las partes principales de la célula?

3.—¿En qué circunstancia se manifiesta el principio impulsor del protoplasma?

4.—¿Qué razones daría Ud. para demostrar que ese principio impulsor podría radicar también en el núcleo?

5.—Haga un esquema ideal de la célula.

6.—¿Qué papel desempeña el protoplasma en la herencia?

7.—En el libro «Evolución y Mendelismo», de Morgan, Edición de 1921, pág. 31, hallará Ud. buenas fuentes de información para hacer un trabajo sobre el principio del desenvolvimiento o despliegue, que Lamarck llamó principio impulsor interno.

REFERENCIAS:

Nonídez, «Variación y Herencia». 1.ª Edic. 1922, pág. 94.
Pujiula, «Biología Moderna». 1.ª Edic. 1927, pág. 39.
Leininger, «Herencia Biológica». 1.ª Edic. Cast., págs. 38, 76 y 99.
Scott, «Teoría de la Evolución». 1ª. Edic. Cast., págs. 20 a 23.
Morgan, «Evolución y Mendelismo». 1.ª Edic. Cast., pág. 81.

3.—ESTEBAN GEOFFROY SAINT-HILAIRE.—INFLUENCIA DEL MEDIO AMBIENTE

No se aventura quien sostiene que muchas variaciones morfológicas que presentan los seres organizados son, en último término, resultado de la influencia preponderante de

las condiciones físicas, químicas y biológicas del medio en que viven. La acción del medio es en muchos casos tan importante en la vida de los animales, que determina en ellos adaptaciones diversas y características especiales comunes y fácilmente apreciables, hasta el punto de que en muchos seres el simple aspecto que ofrecen revela su género de vida.

Hacia el comienzo del siglo pasado, Geoffroy Saint-Hilaire, (Fig. 15), protegido, y en cierto modo discípulo de Buffon, se interesó por el modo cómo están relacionadas las especies vivientes con las que les han precedido. Estaba familiarizado con las modificaciones que ocurren en el embrión si se coloca éste en un ambiente nuevo o modificado, y de este conocimiento dedujo que, a medida que la superficie del globo se modificaba lentamente, a medida que variaba el anhidrido carbónico contenido en el aire y que aparecían las tierras para ser pobladas por animales marinos, la fauna y la flora se modificaban correspondientemente. Así, por ejemplo, la disminución gradual del gas carbónico en la atmósfera y el aumento del oxígeno contribuyó a la transformación de los reptiles saurios en aves.



Fig. 15.— ESTEBAN GEOFFROY SAINT-HILAIRE. Notable biólogo francés, autor de Philosophie Anatomique y de otras obras que le dieron suficiente prestigio para combatir enérgicamente las ideas de Cuvier. Estima que el cambio de las condiciones del medio ambiente en que viven los organismos es el principal factor transformador de ellos.

Muy notables son, según Saint-Hilaire, las transformaciones que experimentan ciertos animales marinos cuando se modifica la composición química del agua del mar.

Interesantes son también, bajo este aspecto, los animales y plantas anfibios, llamados así porque pueden vivir indistintamente en la tierra como en el agua, tal como ocurre con el *Siredon* o Axolote de Méjico, (Fig. 16), que presenta el notable caso de *neotenia*, que consiste en la facultad que posee el animal de prolongar o conservar los caracteres larvarios. En efecto, el *Siredon* es una larva de *Amblystoma* que

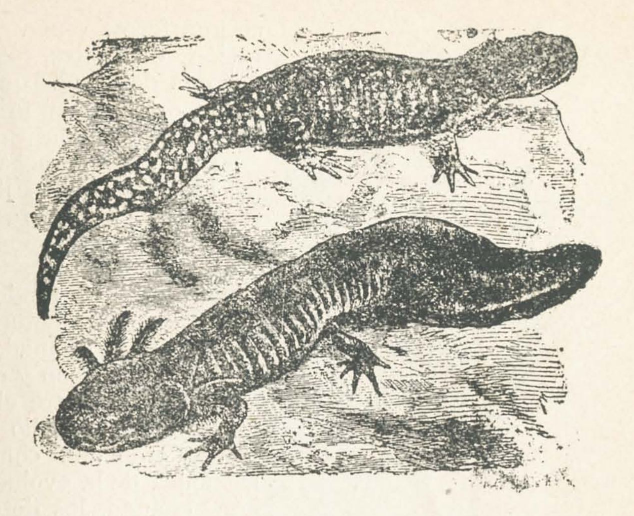


Fig. 16.—El *Amblystoma mexicanum* ofreciendo dos estados de desarrollo (*neotenia*).

al llegar al estado branquial adquiere ordinariamente su madurez sexual y se reproduce en dicho estado. Cuando las condiciones del medio cambian adecuadamente, el Axolote se transforma en Amblystoma.

Entre las plantas cabe mencionar los notables casos que presentan, entre otros, *Poligonum amphibium*, que tiene hojas con estomas en la cara inferior cuando lleva vida aérea y que adquiere hojas suculentas con estomas en la cara superior, si es que pasa a vivir en el agua; *Ranunculus aquatilis* con dos clases de hojas en relación con el medio en que éstas se desarrollan, y, finalmente, *Sagittaria sagittifolia* con tres clases de hojas: bajo el agua, en la superficie y en contacto del aire (Figs. 17 y 18).

Del mismo modo, el régimen alimenticio parece influir considerablemente en la modificación específica de los seres vivos, así como los cambios de estación que hacen alterar en muchos animales su aspecto general, los colores de sus tegumentos o de su pelaje o el modo de reproducción. La comadreja (*Putorius vulgaris*), parda en verano, se vuelve casi gris en invierno. La mariposa europea (*Vanessa levana*) ofre-

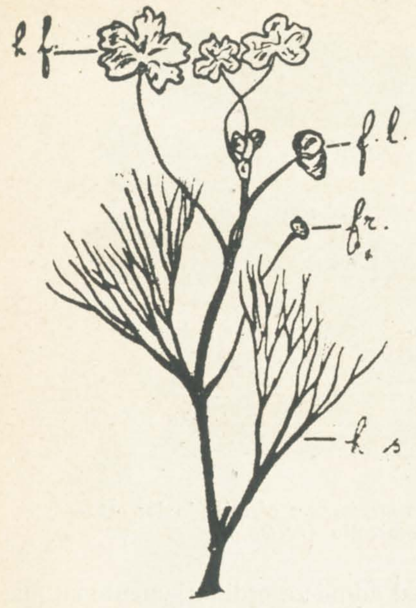


Fig. 17.—*Ranunculus aquatilis:* hf, hojas flotantes; fl, flor; fr, fruto en formación; hs, hojas sumergidas.

ce una forma y una coloración diferentes, según proceda de orugas que se metamorfosean en primavera o en verano.

«Aun cuando muchas de las ideas de Saint-Hilaire son poco concluyentes, su concepción evolucionista contiene elementos que constituyen el fondo de nuestra manera actual de pensar; pues, tomada en conjunto, la acción y reacción mutuas entre el organismo y el medio ambiente, eran una concepmecánica de la evolución, aún cuando los detalles de la teoría fuesen inadecuados».

Actualmente el gran filósofo francés, Henry Bergson, en su Èvolution Créatrice, ha propuesto, por lo menos en su forma general, una opinión que tiene semejanza con la concepción evolucionista de Saint-Hilaire.

Antes de dar por terminado este capítulo, debemos mencionar aquí, aunque sea brevemente, al poeta y naturalista alemán *Juan Wolfgang Goethe*, contemporáneo de Lamarck y a quien la gran mayoría de las gentes sólo conoce por sus obras poéticas.

Efectivamente, siendo como era un poeta inspirado, su obra científica lleva el sello de su natural inclinación, de ahí que, frente a la naturaleza, Goethe atraviesa los vetustos muros de su estudio para admirarla y rendirle su homenaje. La embrionaria ciencia de su tiempo no puede apagar el ansia de su deseo, y le pide a la fantasía la fuerza que le niega la realidad para penetrar en el misterio del mundo y llegar a la afirmación de una gran síntesis que revele la finalidad de la vida.

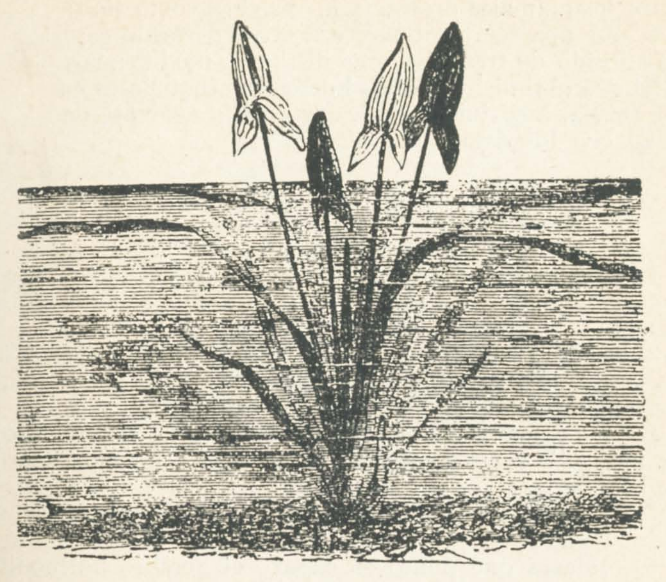


Fig. 18.—*Sagittaria sagittifolia* con hojas acuáticas y aéreas.

Este genio colosal supo exponer sus teorías y experiencias en varias publicaciones dignas de todo elogio, pues no sólo trabajó como filósofo de la Historia Natural, sino que logró penetrar con criterio científico muchos de los obscuros problemas de su tiempo.

Las teorías de la metamorfosis de las plantas, la existencia de los huesos intermaxilares en el hombre, lo mismo que en los demás mamíferos, y sus teorías de las vértebras craneanas, son otros tantos títulos que por sí solos bastarían para proclamar su gloria. Admirador decidido de Saint-Hilaire, cuyas discusiones con Cuvier seguía con sumo interés, trató como él de demostrar la unidad de plan de composición en los seres vivos.

En su estudio sobre la metamorfosis de las plantas demuestra que hojas, flores y frutos no son más que modificaciones de un mismo órgano.

En los animales proclama la vértebra como tipo; y el cráneo, que aparece tan opuesto a la vértebra, lo explica como constituído de tres vértebras distintas, modificadas.

El descubrimiento de los huesos intermaxilares en el hombre servía, a su juicio, para dar prueba evidente de su identidad con los demás mamíferos.

PROBLEMAS Y CUESTIONES

1.—Mediante el fenómeno de fotosíntesis, y a base de ecuaciones químicas, demuestre Ud. la disminución del CO^2 en el aire.

2.—¿Cómo respiran los batracios? ¡Nombre algunos!

3.—Resuma los principios de Saint-Hilaire y compárelos con la concepción evolucionista de Bergson.

4.—¿Por qué razón Goethe no alcanzó gran renombre como naturalista? ¿Qué principios expone en «La metamorfosis de las plantas?

5.—¿Con qué naturalista sostuvo ardorosas polémicas Saint-Hilaire?

6.—¿Hasta qué punto es capaz el hombre de modificar su medio?

7.—Remítase a la obra «La Herencia Biológica» de Leininger (Edición 1927), pág. 139, y resuma el capítulo que se refiere a la herencia de variaciones producidas por el mundo circundante.

REFERENCIAS:

Morgan, «Evolución y Mendelismo». 1.ª Edic. Cast. 1921, págs. 25 y siguientes.

Fuset Tubiá, «Zoología». 2ª Edic. 1928, pág. 202.

E. Molina, «La personalidad de Goethe». 1.ª Edic. 1932.

Lippsius, «Filosofía Natural». 1.ª Edic. Cast. 1931, pág. 16.

Holmes, «General Chemistry». Edic. 1930, pág. 446.

Le Roy, «Bergson». Colección Labor 1928, pág. 176.

4.—CARLOS ROBERTO DARWIN (1809-1882)

Conocer la vida de un hombre ilustre es cuestión que a todo el mundo interesa, y mucho más debe interesarle todavía a la juventud estudiosa que es savia renovadora que

ansiosa busca su perfeccionamiento en la vida ejemplar de los grandes hombres.

El sendero sin fin recorrido por el gran naturalista inglés, es fuente fecunda en el firmamento científico que ve en la desinteresada obra de Carlos Darwin la cristalización de todos los ideales. ¿Cuál es esa gran obra? ¿Qué principios de alta humanidad la inspiraron?

Nacido en Schrewsbury el 12 de Febrero de 1809, fué ya conocido por la relación de su famoso viaje alrededor del mundo a bordo del buque *Beagle*, en los años 1832 a 1837. Durante los veinte años que siguieron reunió todas sus observaciones, sintetizó los resultados junto con todas las ideas de sus predecesores y publicó en 1859 su libro famoso: «ORIGEN DE LAS ESPECIES». Dicha obra tuvo el gran mérito de estar escrita en estilo sobrio, preciso, atractivo; supo en ella hacerse comprender de todos los que, poseídos de alguna instrucción, eran amantes de las cosas de la naturaleza. La publicación de esta obra, que tuvo inmediatamente gran resonancia, ha quedado consagrada como una de las conquistas más gloriosas del espíritu humano. A esto se debe el que la doctrina transformista se conozca también con el nombre de Darwinismo.

José Rodríguez Mourelo hace el siguiente retrato de Darwin: «Digna morada de su gran inteligencia era la venerable cabeza de Darwin; ancha y espaciosa la frente, en la que se ostentaban algunas arrugas; desnuda de cabellos la parte alta del cráneo, cuya parte inferior estaba orlada de canas, formando conjunto algo semejante a cabeza de franciscano; prominentes las cejas y hundidos los ojos dotados de profunda y reflexiva mirada que más parecía dirigirse al interior que al exterior, y que demostraba la concentración de aquel espíritu eminentemente observador; rugosa y bien poblada de barba la cara, que indicaba en todas sus líneas la austeridad y rectitud del científico, y expresaba la seriedad del investigador. Fué Darwin de aquellos hombres que sólo viven para el trabajo y que en sus estudios procuran únicamente establecer una verdad o principio superior, al cual convergen y en el que se reunen multitud de datos y experimentos sin número.

Perteneció, por sus condiciones de hombre de ciencia y por su carácter, a esa especie de sabios más solícitos de probar hasta la evidencia la verdad que nace y toma cuerpo en su

entendimiento que de lucir ingenio y arte en exponer ciencia, que más vale, en verdad, trabajar en investigaciones positivas, siguiendo nuevos derroteros, que ir por trillado camino, en el cual los escollos son siempre los mismos e iguales para todos los medios de vencerlos... Jamás discutió Darwin respecto de sus principios, ni aún los colocó frente de otros; todo su afán era recoger hechos, experimentar y estudiar, y presentar luego sus estudios y experimentos, deduciendo de ellos la ley que le parecía más apropiada para explicarlos. No llevó prejuicios a la ciencia, y por eso fué siempre prudentísimo en teorizar, tanto que, cuanto hizo en este orden, puede contenerse en muy pocas páginas. Podrá decirse cuánto se quiera contra los principios de la teoría evolucionista; podrá negarse éstos por completo, y aun demostrarse que son falsos; pero nadie podrá negar la eficacia de los procedimientos empleados ni el vigor de las observaciones, nadie negará a Darwin la condición de científico en grado eminente, y, partidarios y adversarios, todos han de convenir en que el incomparable naturalista unía a la manera de ver la naturaleza de Goethe, el rigor lógico de Hegel y el talento de observación de Lamarck... En la Abadía de Wéstminster, dentro de humilde sarcófago, al lado de los restos del gran Newton, descansa el cuerpo de Darwin; que en lugar tan eminente dióle su patria sepultura honrosa, en el mismo recinto donde se guardan las cenizas de los sabios más esclarecidos de Inglaterra. El que vivió con Newton, descansa a su lado, los restos de ambos guárdanse, cual reliquias preciosas, en aquella Iglesia donde fueron sepultados Herschel y Faraday; su gran obra, su imcomparable trabajo queda en la humanidad; su espíritu se ha elevado a aquellas regiones sublimes de la eterna verdad, por la que tanto suspiraba en esta tierra de miserias y luchas».

PRINCIPIOS DARWINIANOS

Alguien ha dicho que cuando Darwin ofreció al mundo sus principios científicos sobre transformismo, para muchos la naturaleza apareció como un inmenso campo en donde se librara perpetuamente una feroz y sanguinaria batalla.

El espectáculo era horrible. Allí se contemplaba al débil humildemente sometido al poderoso, por la dura ley de la

necesidad; las formas superiores de la materia destruyendo a las inferiores, para crecer y desarrollarse; lo grande exterminando a lo pequeño, para engrandecerse más; la robustez orgánica imperando en todas partes como un déspota absoluto.

Pero el mismo Darwin indicó que no era tan sólo el principio de lucha el que presidía la evolución de los seres.

Junto a él coexistía otro germen inextinguible de perfección: el principio del apoyo mutuo al que la ciencia ha dado también el nombre de *ley del amor*.

Si esto es así, veamos hasta qué punto los llamados principios darwinianos convergen para crear belleza y armonía en el constante devenir del mundo.

A. Herencia y variación.—Es el primero de los hechos indiscutibles en que se funda la teoría de Darwin.

La herencia es fuerza conservadora que trata de mantener los organismos dentro de los límites de las especies a que pertenecen haciendo que la descendencia se parezca a los antepasados. La posibilidad de transmisión hereditaria depende en este caso del hecho de estar representados los nuevos caracteres en las células sexuales, esto es, en la cromatina del núcleo, tanto ovular como espermático, sin cuyo requisito no serían heredables.

Así como en virtud de la herencia los individuos de una misma especie o grupo son más o menos iguales, así también en virtud de la variabilidad, esos mismos individuos son más o menos diferentes, a pesar de su natural semejanza. La variabilidad es fuerza modificadora o progresiva que tiende a transformar los seres, debilitando de este modo la fijeza de las especies.

Estas variaciones son fluctuantes y se repiten en cada generación, pudiendo ser *útiles*, *indiferentes* o *perjudiciales*. Estas últimas han recibido también el nombre de *variaciones ortogenésicas*, las que, como su nombre lo indica, dan lugar a veces a un desarrollo desmesurado de los órganos afectos llegando a ser casi siempre perjudiciales al individuo, ejemplo: las enormes mandíbulas del termita soldado. (1)

---

(1) Como variaciones ortogenésicas entre los seres fósiles pueden citarse: los enormes colmillos del mamut; las grandes astas de *Cervus megacerus*; los colosales saurios mesozoicos.

Variación y herencia son, pues, dos fenómenos antagónicos que actúan sobre los seres vivos.

La ciencia biológica que estudia dichos fenómenos, tratando de descubrir las leyes que rigen las semejanzas y diferencias de los individuos ligados entre sí por descendencia, es la Genética.

B. Selección artificial.—Es el segundo hecho que, según Darwin, se funda en las dos propiedades fisiológicas ya nombradas: la herencia y la variación.

Las recientes investigaciones llevadas a cabo en este terreno, no sólo han establecido nuevas bases para la interpretación teórica de un importante aspecto de los fenómenos vitales, sino que han producido también resultados de gran interés práctico: la adquisición de razas fijas de plantas y animales (Fig. 19).

El cultivo es un proceso de selección en que el cultivador se coloca siempre frente a un mismo problema: un material plástico del que se propone entresacar las líneas puras que le parecen más convenientes.

Ahora bien, para que la selección artificial se realice, es preciso:

a) que haya cierta variabilidad;

b) que para que el producto de la selección no sea momentáneo sino permanente, se fije por la transmisión hereditaria; y

c) que la variación transmitida suministre un nuevo nivel para que vuelva a repetirse en el mismo sentido.

Por lo que llevamos dicho se comprende que los padres no deben ser elegidos por el aspecto o estampa que a la vista presenten (fenotipo) sino, más bien, por razón de las propiedades que revelen sus descendientes, hijos y nietos (genotipo).

C. Selección natural.—Es este el tercer hecho, llamado por Spencer, *la supervivencia de los más adecuados.*

El vivir hasta la edad de la reproducción, no es cuestión de suerte; los individuos más vigorosos son los que persisten, y cada desviación del tipo medio que dé una ventaja en la lucha, tenderá a ser conservada y a aumentar en las generaciones sucesivas.

Lo que en la selección artificial se logra por medio de la elección inteligente de diversos individuos reproductores, lo

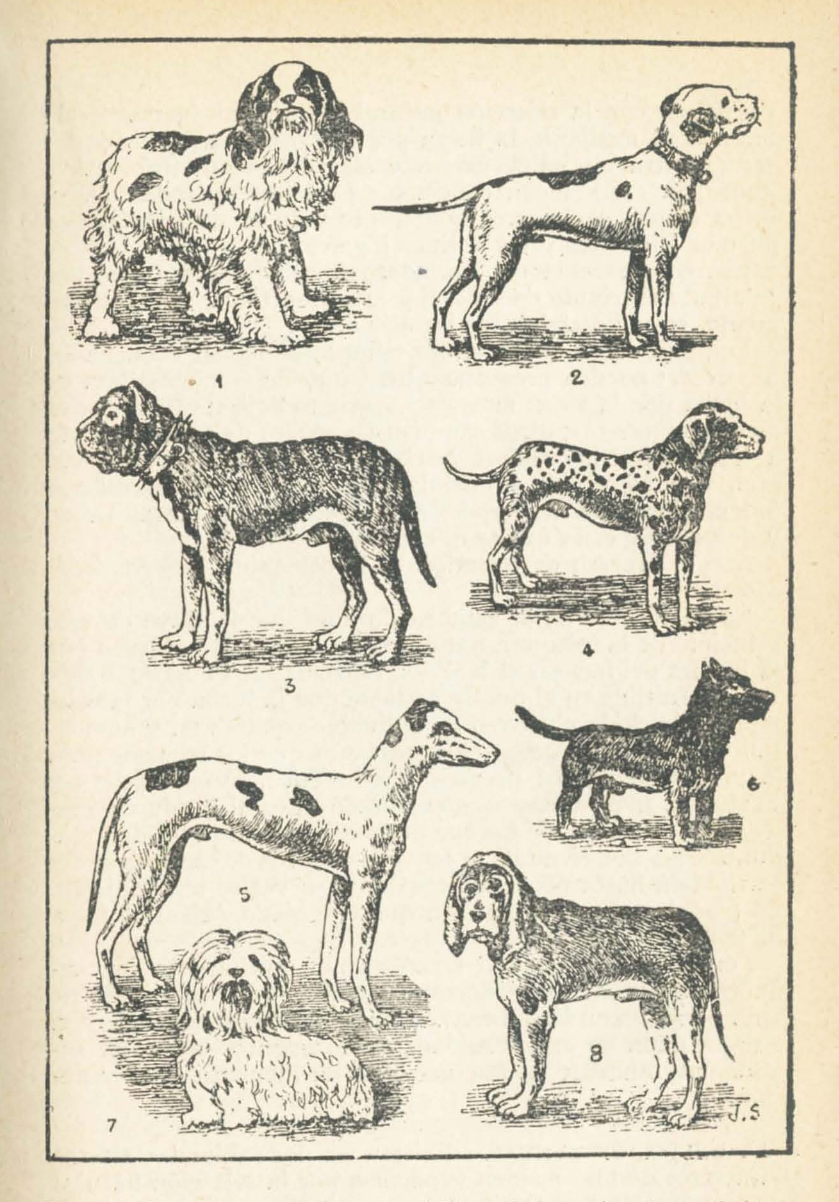


Fig. 19.—Diversas razas de perros: 1, faldero; 2, foxterrier; 3, mastín; 4, perro de Dalmacia; 5, lebrel o galgo; 6, madriguero; 7, lanudo de Malta; 8, sabueso.

consiguen con la selección natural las propias fuerzas de la naturaleza mediante la lucha por la existencia, lucha de los seres contra las influencias adversas del medio (frío, calor, humedad, etc.), lucha contra los parásitos de todas clases, lucha contra otros seres que se disputan la posesión de los mismos alimentos y los mismos lugares.

Esa concurrencia tan variada, como inevitable, tiene por resultado el triunfo de los mejor armados, física o intelectualmente, en una palabra, de los más aptos.

Los individuos vencidos no siempre se hallan condenados a perecer; pueden presentar otra variación compensadora en la lucha por la vida: unos se hacen más ágiles; otros buscan nuevos alimentos; otros cambian de género de vida trepando a los árboles, haciéndose acuáticos, voladores, cavernícolas, etc., y estas diversas cualidades, al fijarse y desarrollarse independientemente, formarán, primero, otras tantas razas, y después especies que se diferenciarán entre sí.

A este proceso de selección se le denomina *divergencia de caracteres*.

Es de justicia dejar establecido aquí que la clave de este principio de la selección natural le fué sugerida a Darwin por la lectura del famoso «ENSAYO SOBRE LA POBLACION» de R. Malthus en el que se sostiene que la lucha por la existencia es debida al exceso de individuos que nacen y aumentan en progresión geométrica en tanto que los recursos para la vida lo hacen en progresión aritmética, lo cual debe ser cierto, ya que las especies en estado natural producen muchísimos más hijos de los que pueden llegar hasta la edad madura. «Así, por ejemplo, si todos los huevos de sardinas se desarrollasen hasta peces adultos que a su vez se reprodujesen, no pasaría mucho tiempo sin que el Océano Atlántico fuese incapaz de contenerlos».

Por lo demás, el estudio estadístico de muchas especies conducen a la conclusión de que, mientras las condiciones de vida permanecen las mismas, el número de individuos de una especie dada es una cantidad prácticamente constante, sujeta, naturalmente, a fluctuaciones de aumento y disminución.

D. SELECCIÓN SEXUAL.—Existen en los animales ciertos caracteres que no pueden explicarse por la selección natural y son aquellos que crean en la especie diferencias exteriores

entre los machos y las hembras; tales como los brillantes colores de algunas aves e insectos, (Fig. 20) las crines y mechones de pelos en los mamíferos; el canto y danza en otros individuos que, además, ostentan adornos al parecer inútiles. Darwin coloca estos casos en el marco general de la teoría seleccionista.

Algunos de estos atributos sexuales son armas que sirven



Fig. 20.—*Ave del Paraíso* mostrando su elegante plumaje.

a los machos en los combates que traban por la posesión de las hembras.

Son útiles, por lo tanto, y los individuos en que aparecen más desarrollados han tenido la suerte de acoplarse y reproducirse. En otros casos, es la hembra la que escoge a los machos de más bellos colores o que tienen el canto más armonioso.

Todo es una selección cuyo agente activo es a menudo la hembra.

Los estudios recientes indican que los caracteres secundarios son debidos a la acción de las hormonas de la glándula

intersticial del testículo y a las del cuerpo amarillo ovárico, que obran sobre el conjunto del organismo, y más particularmente sobre aquellos tejidos que imprimen una variación selectiva hereditaria.

Se ha comprobado que la supresión de aquellos órganos sexuales o de algunas de esas partes, produce más o menos pronto la desaparición de los caracteres sexuales secundarios, de donde resulta que la selección sexual es un factor de transformación específica bien digno de tomarse en cuenta.

PREGUNTAS Y CUESTIONES

1.—¡Busque tres obras de Darwin y explique de qué tratan!

2.—¿Qué regiones de Chile visitó Darwin? ¿Qué estudios hizo sobre el particular?

3.—¿Es lo mismo Transformismo que Darwinismo?

4.—¿Cuántos y cuáles son los principios darwinianos?

5.—Busque un buen ejemplo y aplique los conceptos de feno y genotipo.

6.—Haga una corta biografía de Malthus y aplique su principio a la actual población del Continente Europeo.

7.—¿Qué llama Ud. divergencia de caracteres?

8.—¿Cuáles son las llamadas variaciones ortogenésicas? ¡Ponga ejemplos!

9.—¿En qué sentido Spencer contribuyó a afianzar los principios transformistas? ¿Cuál es su principal obra?

10.—Demuestre que la herencia es fuerza conservadora.

11.—¿Qué es preciso tener en cuenta para que se realice la selección artificial?

12.—Remítase a la obra titulada «Tres ensayos», de Marañón, y haga un corto trabajo sobre los caracteres sexuales secundarios.

REFERENCIAS:

Nonídez, «Variación y Herencia». 1.ª Edic. 1932, pág. 31.
Fuset Tubiá, «Zoología». 2.ª Edic. 1928, págs. 174 y 210.
Starling, «Fisiología Humana». 2.ª Edic. 1927, págs. 573 y siguientes.
Morgan, «Evolución y Mendelismo». 1.ª Edic. Cast. 1921, págs. 82 y 129.
Forel, «La cuestión sexual». 2.ª Edic. Cast. 1923, pág. 32 y 37.
Scott, «Evolución». 1.ª Edic. Cast. 1920, págs. 31 y siguientes.
Leininger, «La Herencia Biológica». 1.ª Edic. Cast. 1927, pág. 171 y siguientes.

Max Kollmann, «La Biología». 1.ª Edic. Cast. 1927, pág. 178.
A. Hesnard, «La evolución sexual». pág. 31.
Peabody, «Biology». Edic. de 1927, págs. 6 y 534.
Marañón, «Tres Ensayos». 5.ª Edic. 1929, págs. 29 y siguientes.
Guerrero, «Filosofía», Tomo II, pág. 116 y 118.

5.—LAS MUTACIONES—HUGO DE VRIES

Al ocuparnos del estudio de la variación hemos indicado que existen variaciones de carácter discontínuo, las cuales aparecen de vez en cuando en el seno de poblaciones animales o vegetales procedentes a veces de un tronco común y colocadas en condiciones de gran uniformidad.

Dichas variaciones, cuya intensidad es muy diversa, han sido denominadas *mutaciones* para distinguirlas de las variaciones fluctuantes que representan distintos grados de la intensidad con que se manifiesta un carácter determinado como resultado de la acción desigual del medio ambiente y algunos factores intrínsecos al organismo.

Cabe decir, además, que las mutaciones son variaciones transmisibles por herencia; en su mayor parte exhiben la herencia mendeliana cuando el cruzamiento tiene lugar entre variedades de la misma especie. De este modo son susceptibles de hibridación, constituyendo un hecho de gran importancia, puesto que permite la introducción de nuevas formas en las plantas cultivadas y en los animales domésticos.

Al botánico holandés, Hugo de Vries, corresponde el mérito de haber llamado por primera vez la atención de los biólogos hacia la formación de nuevas variedades mediante variaciones bruscas o discontínuas que llamamos *mutaciones*.

Las experiencias y observaciones de la planta denominada Dondiego de la noche, *Oenothera lamarckiana*, que halló en estado silvestre en un campo abandonado de los alrededores de *Amsterdam*, despertaron tan grande interés entre los biólogos contemporáneos, que sirvieron de punto de partida a una serie de cuidadosas investigaciones, no sólo en dicha planta, sino en otras muchas, así como en los animales, llegando a considerarse actualmente como hecho establecido la aparición repentina de nuevas variedades que se perpetúan con gran constancia a través de numerosas generaciones.

«La especie *O. lamarckiana* posee 14 cromosomas en todas sus células; el número reducido o *haploide*, observado en los

granos de polen y óvulos aptos para la fecundación, es, normalmente, 7. En *O. lata*, una de las primeras variedades observadas por De Vries, existen constantemente 15 cromosomas, resultantes de la fecundación de óvulos por granos de polen con 8 cromosomas, cuyo número excepcional depende de una irregularidad en la división reductora debido a la falta de separación de los elementos de un cromosoma bivalente. La producción de granos de polen con 6 y 8 cromosomas ha sido también observada en *O. lamarckiana* y *O. rubrinervis*, esta última considerada también como una mutación por De Vries.

Oenothera gigas, originada por mutación de *O. lamarckiana*, posee 28 cromosomas, cuyo número resulta de la formación de granos de polen y óvulos con 14 cromosomas, debiéndose esta particularidad a la ausencia total de disociación de los elementos bivalentes durante la división reductora. Teniendo en cuenta que el número de cromosomas de *O. gigas* es cuatro veces mayor que el número haploide o reducido, una planta de esta clase se denomina *tetraploide*. Esta condición se traduce en gigantismo y en cambios morfológicos que pueden apreciarse bien en la figura 21».

En consecuencia, las anomalías orgánicas aparecidas por primera vez por variación brusca, pueden fijarse por herencia cuando no comprometen la existencia de los seres en que residen.

Las mutaciones son cambios que se suceden y que, por débiles que sean, son, sin embargo, de carácter constante, y una serie de mutaciones, constituye sucesivos grados de modificación enlazadas entre sí en una dirección definida.

La aparición de nuevas variedades mediante mutación en plantas cultivadas ha sido mencionada en diferentes especies por varios investigadores, y en algunos casos las nuevas formas han servido para obtener razas cuya superior producción, resistencia a las enfermedades o a los rigores del clima las hacen altamente recomendables. No es nuestro propósito enumerar todas las mutaciones actualmente conocidas en las diversas especies que son objeto de cultivo, pues tal tarea exigiría mucho espacio y nos llevaría a describir muchas variedades, tan numerosas en las plantas de jardín, que constituyen por sí solas más de la mitad del número de las conocidas hasta el presente.

A diferencia de lo que sucede con las plantas, en las cuales



Fig. 21.—Mutación en *Oenothera*. A la izquierda, *Oenothera lamarckiana*; a la derecha, *Oenothera gigas* con sus tallos floridos y rosetas.

las mutaciones son mucho más frecuentes que lo que se había creído en un principio, en los animales domésticos son sumamente raras. Cuando llegan a presentarse se comportan en un todo como las de las plantas, siendo transmisibles por herencia a los descendientes y exhibiendo la llamada herencia mendeliana cuando se las cruza con otras variedades.

Uno de los primeros casos auténticos de mutación en un animal doméstico es el de la oveja Ancón, ya extinguida, la cual apareció en 1791 en Massachusetts (Estados Unidos). El mutante era un cordero de lomo excesivamente largo y patas muy cortas y torcidas, cuyos caracteres creyó útiles el dueño del rebaño, toda vez que le impedirían saltar las cer-

cas de los prados a los descendientes. Mediante cruzamiento con ovejas normales y selección de la progenie, pudo establecerse una raza pura, la cual fué substituída más tarde por la raza merina, desapareciendo totalmente.

Otros ejemplos de mutaciones de animales, encontramos en los casos siguientes: la vaca sin cuernos del Paraguay, raza que procede de un toro sin cuernos nacido en 1770 de padres naturalmente conformados; la vaca ñata de Chile que presenta como caracteres anormales la desigualdad de las mandíbulas y la brevedad excesiva de los huesos nasales; el carnero Yung-ti, de China, sin pabellón en las orejas, etc. (Fig. 22).



Fig. 22.—Mutación del carnero Yung-ti y de la vaca ñata de Chile.

La rareza de las mutaciones en los animales domésticos no debe interpretarse como una prueba de la ausencia de variación discontinua. Dicha variación existe indudablemente aun cuando se manifieste muy de tarde en tarde. Este hecho puede depender de la circunstancia de ser relativamente poco prolíficos los animales que el agricultor usa, pues en algunos animales inferiores que producen abundante progenie, la aparición de mutaciones es más frecuente.

¿Cuál sería la causa de las mutaciones?

Según la teoría de las partículas representativas, las mutaciones son debidas a una simple alteración de los caracteres aportados por el espermatozoide y por el óvulo en el momento de la fecundación, (Max Kollmann, La Biología, pág. 170). Parece que no se trata de caracteres nuevos, sino de recombinaciones variadas de los caracteres antiguos.

No obstante, es bien cierto que ciertas mutaciones pueden aparecer bajo la influencia del medio.

Hiriendo los tallos del maíz, Blaringhem ha logrado provocar mutaciones diversas en el aparato sexual, es decir, modificaciones hereditarias por definición.

Sabido es también que los descendientes de individuos intoxicados por el alcohol o por las toxinas sifilíticas son atacados frecuentemente de distrofias, labios hendidos, dedos suplementarios o abortados, anomalías dentarias, estrabismo, etc., particularidades que a menudo resultan hereditarias. (Véase «La especie humana y el mendelismo»).

Desde el punto de vista evolucionista puede asegurarse, sin temor a incurrir en exageración, que la mutación constituye el proceso más importante en la formación de nuevas especies.

PREGUNTAS Y CUESTIONES

1.—¿En qué sentido las mutaciones exhiben la herencia mendeliana cuando se transmiten de un ser a otro?

2.—¿Cuál es el valor práctico que estos fenómenos tienen para el hombre?

3.—¿Qué son las mutaciones?

4.—Confeccione una lista de mutantes animales y vegetales y diga en que consistió la mutación.

5.—¿Qué explicación da Ud. a la rareza de las mutaciones en los individuos domésticos?

6.—¿En qué consiste la polidactilia?

REFERENCIAS:

Max Kollmann, «La Biología». 1.ª Edic. Cast. 1927, pág. 170.
Nonídez, «Variación y Herencia». 1.ª Edic. 1922, pág. 50.
Anglas, «Cuestiones Biológicas». 1.ª Edic. Cast. 1926, pág. 39.
Leininger, «La herencia biológica». 1.ª Edic. Cast. 1927, pág. 154.
Le Dantec, «La crisis del Transformismo». Edic. Cast. 1911, págs. 41 y siguientes.
Guerrero, «Filosofía», Tomo II, pág. 117.

6.º—AISLAMIENTO TOPOGRAFICO.

O TEORÍA DE LA SEGREGACIÓN

Su iniciador fué M. Wagner, al lado del cual formaron Romanes, un discípulo de Darwin, y luego Gulick. Todos ellos han admitido que no pueden formarse especies nuevas más que a condición de que un grupo de individuos varia-

dos sea aislado por una causa cualquiera del resto de la especie.

Dicho aislamiento puede ser de orden geográfico, como bien lo demuestra la composición de la flora y de la fauna de las islas afines a las de los continentes vecinos, pero formadas de especies particulares.

Puede ser también fisiológico en el sentido de que las variaciones puedan ser tales que todo cruzamiento sea imposible en los individuos variados y los representados de la especie tipo.

De hecho, la mayoría de los autores no hacen de la segregación más que un factor que coadyuva a la selección.

Bien sabemos que en su gradual trabajo de evolución, los seres vivos marchan de una manera tan lenta, que las modificaciones que en ellos se operan son casi imperceptibles; pero, no obstante, existen pruebas, que hasta podríamos llamar directas, de que los animales, por efecto del aislamiento topográfico, experimentan profundas transformaciones. Sírvanos de ejemplo el conejo de Europa (*Lepus cunículus*) que, llevado a la isla de Porto Santo, en el siglo XV por el navegante portugués Zarco, se ha transformado allí de tal modo, que se le ha llegado a describir como una especie distinta (*Lepus huxleyi*).

La nueva forma es mucho menor que el conejo común de Europa, pesa muy poco más de la mitad que éste y se diferencia considerablemente por el color. (1)

Podrían exponerse aquí otros ejemplos de transformación parecidos, pero el tiempo de que disponemos no lo permite.

Los casos estudiados por los hombres de ciencia bastan para demostrar que las plantas y los animales, tanto domésticos como libres, colocados en nuevas condiciones de clima, alimento, ataques de enemigos, etc., etc., pueden experimentar cambios muy notables de tamaño, forma, aspecto, y que las especies, en muchísimos casos, si no en todos, están lejos de ser inmutables.

---

(1) Otro tanto acontece con el gato del Paraguay que ya no se cruza con su antepasado europeo, y con el cuy o conejillo de Indias (Cavia cobaya) que tampoco lo hace con su antepasado del Brasil.

PROBLEMAS Y CUESTIONES.

1.—¿Qué son las migraciones?

2.—¿En qué sentido el aislamiento topográfico es un factor que contribuye a la diferenciación específica?

3.—¿Hasta dónde será efectivo aquello de que las especies contemporáneas de una misma localidad o localidades vecinas, han aparecido y desaparecido juntas en su mayor parte?

4.—¿En qué sentido la duración de las especies de las épocas geológicas ha sido limitada?

5.—¿Qué llama Ud. barreras naturales?

6.—¿Cuáles son los principales factores de la distribución?

7.—¿En qué forma ha contribuído el hombre a producir cierto desequilibrio en las faunas y floras del globo?

8.—¿De qué se ocupa la *Ecología*?

REFERENCIAS:

Max Kollmann, «La Biología». 1.ª Edic. Cast. 1927, pág. 185.
Scott, «Teoría de la Evolución». 1.ª Edic. Cast. 1920, pág. 52.
Fuset Tubiá, «Zoología». 2.ª Edic. 1928, pág. 218.
Huguet, «Geobotánica» Colección Labor. 1929, pág. 252.

CAPITULO III

PRUEBAS DEL TRANSFORMISMO.

Antes de presentar un bosquejo esquemático de las pruebas que tan firmemente han convencido a los zoólogos y botánicos de que la Teoría de la Evolución es verdadera, es necesario empezar por una advertencia para que no se espere demasiado, es decir, una demostración categórica del asunto, dada la naturaleza misma del problema.

Ya se ha dicho que la evolución ha sido un largo proceso histórico que se ha desarrollado con extremada lentitud a través de inimaginables extensiones de tiempo, cuando no había nadie para ver y observar.

En consecuencia, las pruebas en favor de la evolución orgánica, han de ser por lo general, indirectas, ya que la demostración directa ofrece algunas dificultades; pero por esta razón no han de dejar de ser convincentes, pues en la ciencia, como en los asuntos prácticos de la vida, la probabilidad ha de ser la guía, siempre que no pueda alcanzarse la certeza, y la certeza es alcanzada muy rara vez, si lo es alguna.

De todos modos debemos de confiar en la ciencia que ha de darnos algún día el fundamento racional en que descansan muchos aparentes prodigios, y la clave para penetrar el secreto de la materia y el misterio del espíritu.

I.—PRUEBAS MORFOLOGICAS.

Al referirnos a esta primera categoría de pruebas, es menester que aclaremos en parte el concepto de Morfología a fin de que vayamos dejando más expedito el camino por recorrer y comprendamos mejor el alcance del fundamento morfológico que dejamos enunciado.

En primer término debemos de tener en cuenta que las Ciencias Biológicas están comprendidas en dos grandes ramas: la *Zoología* y la *Botánica*, cada una de las cuales comprende, a su vez, otras dos divisiones: la *Morfología*, que estudia o examina la forma exterior y la estructura interna de los organismos, y la *Fisiología*, que estudia la naturaleza y condiciones de las actividades o fenómenos vitales.

Ahora bien, al tratar de las pruebas morfológicas en general, es preciso que mencionemos tres aspectos interesantes de este mismo asunto, y son aquellos que se refieren a la Sistemática o Taxonomía, a la Anatomía Comparada y, finalmente, a la Morfología, propiamente dicha, en sus relaciones con los órganos rudimentarios, el dimorfismo, las adaptaciones, etc.

A.—*La Clasificación.*—En primer lugar tomaremos las pruebas procedentes de la Clasificación, que son las más claras y que tienen, además, el interés histórico de constituir la serie siguiendo la cual Lamarck y Darwin se acercaron y llegaron a sus fundamentales generalizaciones. Es decir, que el problema de la especie fué el que condujo a estos dos grandes naturalistas a abandonar la creencia general en la fijeza e inmutabilidad de los tipos vivientes y a adoptar la idea del desarrollo evolutivo.

El objeto de la Clasificación es ordenar la multitud extraordinariamente diversa de animales y vegetales en grupos de extensión creciente, que expresarán, hasta donde lo permita el estado actual de los conocimientos, los grados de parentesco entre ellos.

Linneo creía que las especies eran entidades reales y objetivas, siendo el oficio del naturalista, distinguirlas, describirlas y denominarlas. Esta doctrina establece, por lo tanto, límites precisos entre las especies y diferencias marcadas en la esencia de esas especies y en las de las variedades. Más, al sistemático, que se profundiza en el estudio de cualquiera forma orgánica, le sorprende siempre de nuevo el no poder descubrir en suma ningún carácter merced al cual distinga decisivamente las variedades de las especies. Los hechos observados hacen admitir que las especies no han sido creadas autónomas, sino que son hereditariamente variables, y, en consecuencia, de una especie pueden proceder otras por cambios hereditarios; por variaciones más profundas de las especies de un género surgir otros géneros, y, finalmente,

de una familia, derivarse otra familia. Pongamos un ejemplo: el lobo europeo es una especie, *lupus*, que con otros lobos típicos se incluye en el género *Canis*, y es, por consiguiente, denominado *Canis lupus*, pues el nombre de una especie requiere el del género para identificarla. Ahora bien, los lobos verdaderos, los zorros y los chacales y varios otros individuos pertenecientes a géneros afines, se agrupan juntos en la familia *Canidae*, que, unidos con todas las otras bestias de presa terrestre, como los gatos, los osos, las nutrias, las comadrejas, etc., se incluyen en el suborden de los *Fisípedos*. A estos se unen las formas marinas: focas, morsas, lobos de mar, etc., para constituir el orden de los *Carnívoros*.

Omitiendo ciertos grupos intermedios, vemos que el orden de los Carnívoros pertenece a la clase de los *Mamíferos*, o animales cuadrúpedos de sangre caliente, que, a su vez forma parte de la rama de los *Vertebrados* o animales con esqueleto interno, que comprende también los peces, los anfibios, los reptiles y las aves.

El principio según el cual están constituídos estos grupos, de un orden creciente de extensión, es simplemente el mayor o menor grado de semejanza en los caracteres de estructura. Todos los Mamíferos concuerdan en sus caracteres fundamentales, por mucho que puedan diferir en tamaño, forma, aspecto y costumbres. Según el evolucionismo este parentesco es verdaderamente genético y las diferencias se deben al desarrollo evolutivo divergente obrando en diferentes condiciones y circunstancias, mientras que las semejanzas fundamentales y profundamente arraigadas se explican como herencia de un abolengo común.

Ya se ha dicho que nunca dos individuos pertenecientes a una misma especie son exactamente iguales por todos conceptos, y que cuando se compara un número muy grande de estos individuos, se ve que abarca una extensión notablemente amplia de variación, cuyos extremos, con frecuencia, difieren más que los individuos que se refieren a especies distintas.

Si una especie de aves, por ejemplo, que ocupa una área geográfica muy extensa, es examinada y comparada cuidadosamente, ocurre con mucha frecuencia que los ejemplares procedentes de los puntos extremos de esta área difieren unos de otros tan notablemente, que el clasificador no du-

daría en separarlos como especies distintas si no fuese porque dentro del área pueden hallarse todas las gradaciones intermedias entre las formas extremas. Sabemos que todas las castas de palomas han derivado de una forma salvaje y que los perros son todos lobos domesticados, pero podemos afirmar, que si los zoólogos no lo supieran, no habrían dudado un momento en admitirlos como especies bien distintas.

Un buen ejemplo tenemos en la historia del conejo de Porto Santo que ya hemos mencionado, hecho que si no hubiera sido conocido por los naturalistas, seguramente, al observar su tamaño reducido, su color rojizo por encima y gris por debajo, su cola y orejas sin puntas negras, lo habrían clasificado como una especie distinta, muy probablemente, entre las ratas, por su gran parecido.

B.—*Anatomía comparada*.—Como el nombre lo expresa, la Anatomía Comparada trata de la comparación de conformación y tejidos en toda la extensión del mundo viviente. Este estudio lleva a la conclusión de que en el reino animal hay varios tipos distintos de estructuras que caracterizan las grandes divisiones de este reino. Dentro de cada una de estas divisiones pueden hallarse casi infinitas variedades de estructuras, todas ellas evidentemente modificaciones diversas del mismo plan fundamental. Por muy grande que sea la modificación, la identidad del plan puede percibirse claramente en todas sus partes, del mismo modo que puede seguirse el tema de una composición musical a través de todas las variaciones en que el compositor la ha entretejido.

Examinadas superficialmente las conformaciones siguientes: la pata anterior de un topo, la aleta de una ballena, la pata anterior de un caballo, el brazo y mano del hombre, parecerían tener poco o nada de común y estar más bien construídos según planes totalmente distintos, para fines por completo diferentes. Sin embargo, cuando se disecan cuidadosamente todos estos órganos y se comparan los huesos, músculos y nervios, se evidencia, en seguida, que el plan de estructura es el mismo en todos, modificado para servir a los diferentes usos de correr, volar, cazar, nadar, y coger. En todos ellos el brazo tiene un solo hueso, el húmero, y el antebrazo, dos, el cúbito y el radio; en todos hay una muñeca formada por un conjunto de pequeños huesos po-

liédricos, a la que siguen los huesos largos de la mano, y finalmente, los de los dedos.

Otro ejemplo de órganos que se van diferenciando mediante la adaptación lo ofrece la boca de los insectos, compuesta, como sabemos, de seis piezas: un labio superior, dos mandíbulas, dos maxilas y un labio inferior (Fig. 23).



Fig. 23.—Diversos tipos de aparato bucal en los Insectos. *I*, masticador; *II*, lamedor; *III*, picador; *IV*, chupador de Lepidóptero (espiritrompa); *V*, chupador de Díptero; *VI*, chupador de Hemíptero; *Md*, mandíbulas; *Mx*. maxilas; *Mx*l y *Li*, labio inferior; *Lg*, lengua; *L*, labro; *Pm*, palpos maxilares; *Pl*, palpos labiales. (BERLERE).

«Con las plantas sucede lo mismo si nos fijamos en la configuración de las flores de los individuos de una misma familia. Vemos que varían por su forma, por el tamaño, por el color, por el lugar donde se produce el néctar y por otros puntos relacionados con la biología de la reproducción

y que pueden considerarse como adaptaciones. Pero a pesar de estas diferencias, hay siempre un plan común que aparece en el diagrama, en el ortograma y en la fórmula floral.»

Muchos otros ejemplos podrían darse en comprobación del principio de que, en los Vertebrados, por ejemplo, nos encontramos con innumerables modificaciones de un solo tipo, con grados superiores e inferiores de organización y adaptación a una gran variedad de costumbres terrestres, minadoras, trepadoras, nadadoras, voladoras, etc.

La hipótesis de la Evolución ofrece de esta suerte la explicación más sencilla y natural de los hechos. Sin lugar a equivocarnos, podemos decir, por ejemplo, que si se comparan representantes de varias familias y órdenes de Crustáceos, se ve que hay una gran variedad en el número de segmentos que se unen para formar la cabeza y el tronco, así como en la forma y funciones de los apéndices. De este modo tenemos de cómo los apéndices del mismo segmento, contando a partir del extremo anterior del animal, son, en un grupo, un par de mandíbulas, en otro, de maxilípedos, y en un tercero, de patas locomotoras. La comparación sugiere inmediatamente la descendencia de todos los Crustáceos de antepasados en los cuales todos los segmentos, excepto la cabeza, eran semejantes y estaban provistos de apéndices parecidos de un extremo a otro. A medida que un grupo u otro avanzó en diferenciación, ciertos apéndices quedaron especializados para realizar mejor las funciones particulares.

En consecuencia, el mundo animal no sería más que una pequeñísima parte de la innumerable muchedumbre de formas animales que en tiempos pasados poblaron la tierra y que se han extinguido.

«Las relaciones entre los organismos vivientes y los extinguidos se comparan con frecuencia a un árbol sepultado bajo la tierra, de modo que sólo las ramitas extremas quedaran a la vista. Estas ramitas formarían grupos separados, más o menos distantes entre sí, estando enterradas fuera de la vista las ramas que las unen. Si fuese posible quitar la tierra y poner de manifiesto todo el árbol, quedaría revelada por completo la continuidad de todas sus ramificaciones.»

Pasaremos a considerar ahora algunos hechos interesantes de la Morfología que dicen relación con los órganos rudimentarios, el dimorfismo sexual, el mimetismo, la simbiosis

y otros aspectos morfológicos que hablan en favor del Transformismo.

C.—*Organos rudimentarios.*—«Reciben este nombre ciertos órganos o partes del cuerpo que, organizados para un fin dado, no desempeñan, sin embargo, servicio fisiológico alguno, debiendo considerárseles como reminiscencias de órganos más desarrollados y útiles en los antepasados del ser». Veamos algunos ejemplos:

El pelo que cubre el cuerpo del hombre es un puro vestigio; no evita la pérdida de calor, y, sin embargo, cada uno de estos miles de pelillos inútiles tiene un músculo también inútil por medio del cual puede erizarse inutilmente. Al revés, para una criatura dotada de pelaje, esta acción de erizar el pelo cuando hace frío es sumamente útil: queda almacenada en su piel más cantidad de aire y disminuye la pérdida de calor interno. Por lo demás, la disposición de los pelos en nuestro cuerpo nos hace recordar el pasado, ya que el vello de nuestros brazos apunta hacia abajo, en tanto que el de los antebrazos apunta hacia arriba, en dirección al codo, tal como ocurre en ciertos antropoides.

Algunas personas privilegiadas pueden mover las orejas, habilidad que no reporta ningún beneficio para el hombre; pero para un animal salvaje sí que lo tiene y muy importante por cuanto le permite percibir mejor los sonidos y determinar la dirección en que ellos vienen. El hombre que mueve las orejas se recrea en una acción degenerada, sin considerar que las orejas del resto de la humanidad están aún más atrofiadas, puesto que carecen de movimiento.

El pequeño pliegue carnoso del ángulo interno de nuestros ojos parece que no tiene función alguna; pero en la mayor parte de los vertebrados inferiores, incluso en muchos mamíferos como los gatos, este mismo pliegue es un verdadero tercer párpado que puede cruzar rápidamente el ojo de un lado a otro.

Nuestras muelas cordales o del juicio llevan camino de atrofiarse. En muchos de nosotros no aparecen hasta los veinte o veinticinco años de edad. Pero hay personas a quienes nunca les brotan, permaneciendo dentro de la encía y produciendo a veces desagradables inflamaciones.

El reino vegetal ostenta también innumerables casos de órganos o partes atrofiados: petalodios y sepalodios, estaminodios, paráfisis, bractéolas, escamas de los tubérculos,

etc., etc., que han perdido la función fisiológica que les era propia.

Cabe anotar aquí el hecho de que algunas veces estos órganos rudimentarios pueden ser útiles, tal como ocurre con las alas atrofiadas de las cursoras que son órganos de defensa y de gran valor para la carrera, y con algunas formaciones florales atrofiadas y convertidas en aparatos vistosos que atraen a los agentes vivos de la polinización. Esto ha hecho decir a ciertos enemigos del Transformismo que un órgano rudimentario o que ha llegado a perder su función no es por eso órgano sin finalidad, ya que la tuvo muy perfecta y si ahora no tiene función, de seguro que es por haberse hecho innecesario. De todas maneras, dicen ellos, la atrofia de un órgano es algo negativo y no un perfeccionamiento específico. (1)

D.—*Dimorfismo sexual.*—La mayoría de los animales son de sexo separado, es decir, unisexuales, diferenciándose grandemente, en tal caso, por los llamados caracteres sexuales secundarios. En general, el macho es más robusto y mayor que la hembra, pero hay notables excepciones (Figs. 24 y 25).

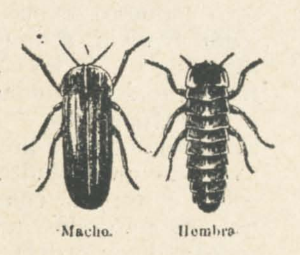


Fig. 24. — Dimorfismo sexual de la luciérnaga.

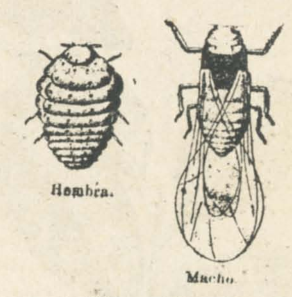


Fig. 25. — Dimorfismo sexual de la filoxera de las viñas.

Este dimorfismo sexual es muy manifiesto en los insectos, en donde los machos, por ejemplo, poseen notables y variados apéndices cefálico-torácicos así como bellos colores con

(1) Otros órganos rudimentarios útiles, serían: los estolones cloacales del boa que el animal no utiliza en la locomoción, pero que sirven en los machos como órganos auxiliares de la cópula; los apéndices bucales rudimentarios, convertidos en cerdas punzantes, que ofrecen algunos Dípteros y Rincotos.

que atraen a las hembras. La misma finalidad debe atribuirse a las aves y otros vertebrados que emiten sonidos diferentes para llamar la atención del sexo opuesto, incluyendo en este sentido los órganos fosforescentes de muchos gusanos de luz.

Como ejemplo de órganos destinados a la lucha y defensa sexuales, citemos las astas de los ciervos, en las cuales se observa claramente una correlación interorgánica. Desde este punto de vista existen dos clases de ciervos: unos que presentan astas permanentes y otros que las tienen caducas. Las astas permanentes aparecen con la pubertad y duran lo que el animal; las caducas se desarrollan anualmente al iniciarse el celo y caen cuando ha terminado el período reproductor. La clara intervención de la hormona producida por el testículo puede hacerse más evidente castrando al ciervo, en cuyo caso, faltas de estímulo adecuado, no se desarrollan las astas.



Fig. 26. — Mimetismo de *Kallima inactus*.

La lucha directa y la lucha indirecta que se desarrolla en el mundo animal por la posesión del sexo opuesto explicaría, según Darwin, el origen y razón de ser de los caracteres sexuales secundarios.

E.—*Mimetismo.* — «Es la semejanza que presenta un animal o planta, en color o forma, con los objetos naturales que le rodean, o con otra especie dotada de alguna cualidad ventajosa para su existencia» (Fig. 26).

Mediante el mimetismo el ser se oculta a sus enemigos, en cuyo caso se le llama *defensivo*, o bien se embosca para atrapar mejor la presa, y entonces se le llama *ofensivo*.

Es particularmente in-

teresante el caso de ciertos insectos que imitan formas y colores de otros pertenecientes a especies muy diferentes (Fig. 27) (1).

Las formas que copian son de individuos bien armados o de aquellos que por su fetidez o mal sabor son desdeñados por sus enemigos (Fig. 28).

F.—*Simbiosis.*— Bajo este epígrafe, que significa «vida en común», se comprenden diversas asociaciones de seres.



Fig. 27.—Oruga de *Sphinx*, en actitud terrorífica.

«Dos animales que viven unidos ayudándose recíprocamente, pero constituyendo asociación transitoria, llámanse *mutualistas*, y *simbiosis* propiamente dicha es esta misma asociación, cuando pasa a ser permanente.

Si uno de los animales vive a expensas del otro, puede suceder que no le dañe y se llama *comensal*, o que le perjudique y se denomina *parásito*».

Como ejemplo de mutualismo citaremos el caso del paguro con la actinia (Fig. 29).

«El crustáceo, cuyo abdomen desprovisto de segmentos protectores lo coloca en peligro de ser devorado si no se procura una defensa, comienza sus hazañas devorando un caracol marino, cuya concha utilizará para ocultar la región abdominal



Fig. 28.—Interesante caso de mimetismo presentado por *Basilarchia archippus* (el de abajo), que en un todo se parece a *Anosia plexippus* (el de arriba), lo que le permite escapar de sus enemigos que, conociendo el sabor repugnante de este último, no le persiguen.

(1) El Coleóptero chileno, llamado *Sierra* (*Callisphyris vespa*), ha copiado admirablemente el aspecto exterior y hasta el modo de volar de la *Avispa*, que es un Himenóptero, (mimetismo de forma y de color).

de su cuerpo, y encima de la cual coloca una o varias actinias; cuando a causa de su crecimiento, se vea obligado a abandonar su primitiva vivienda, procurándose otra mayor, no olvidará trasladar a ella sus compañeras actinias. Las células urticantes de estos animales protegen al paguro contra los ataques de sepias y pulpos, sus mayores enemigos. El paguro, en cambio, mediante su locomoción, traslada de lugar a la actinia, haciéndole más fácil su nutrición que cuando vive sedentaria».



Fig. 29.—Comensalismo mutualista del *paguro* con tres individuos de la *actinia*. Véase cómo el crustáceo se oculta dentro de una concha de un caracol marino.

Son tipos de simbiosis la vida en común que hacen ciertos protozoarios con las hormigas termitas y el notable caso de simbiosis vegetal que nos presentan los líquenes, seres compuestos de un alga verde capaz de realizar el fenómeno de fotosíntesis, y de un hongo de vida saprofítica.

G.—*Parasitismo*.—Las asociaciones simbióticas que acabamos de estudiar son susceptibles de transformarse con frecuencia en casos de *parasitismo* cuando el comensal se alimenta directamente a expensas del huésped sin ocasionarle, inmediatamente, la muerte, como se observa en algunos vermes que viven en el intestino de ciertos mamíferos.

Si el parásito ataca a su huésped, sin penetrar en él, como sucede con las pulgas, los piojos y las chinches, se le llama *ectoparásito* para distinguirlo del *endoparásito*, cuya hembra deposita sus huevos en el interior de la víctima. En este caso, el nuevo ser nace y se desarrolla interiormente perjudicando de hecho al individuo a quien ataca, tal como ocurre con las tenias o solitarias.

Por lo general el parásito, comparado con sus congéneres de vida libre, ofrece una notable simplificación de su organismo que afecta, en primer término, a los órganos sensoriales (los endoparásitos son ciegos) y al color y espesor de los

tegumentos: los parásitos internos son blancos o presentan un matiz claro uniforme parecido a los órganos que parasitan. La simplificación o reducción se extiende después a los órganos respiratorios, circulatorios, digestivos, excretores y a los apéndices locomotores. Así, encontramos los Céstodos y los Acantocéfalos, sin tubo digestivo; los Tremátodos, sin revestimiento ciliar; los Hirudíneos, sin párpados; los piojos y las pulgas, sin alas.

Correlativamente a la reducción del aparato locomotor, se forman órganos especiales de fijación, como son las ventosas y los ganchos consiguiéndose con esto una mejor relación y adaptación de los descendientes a la vida parasitaria.

E.—*Organología.*—El órgano es una entidad morfológica formado por una reunión de tejidos que se agrupan para desempeñar una función vital. Ejemplo: los tejidos epitelial, conjuntivo y muscular se combinan para formar el importante órgano llamado estómago.

Según la relación que exista entre ellos, los órganos han recibido diversas denominaciones.

Organos análogos.—Son aquellos órganos que no teniendo relación morfológica ni identidad de origen, ejercen, sin embargo, una misma función; esto es, que un órgano de un animal posee la misma función que otro órgano distinto en un animal diferente. Por ejemplo: las alas de un ave y las de un insecto; las branquias de un pez, formadas a expensas de la parte anterior de su esófago, y las de un anélido o las de un crustáceo, que son dependencias del tegumento.

Estos órganos análogos se han formado independientemente en cada grupo de animales y la semejanza que ofrecen son *convergencias de forma* adquiridas por su empleo en la misma función.

Organos homólogos.—Son los que desempeñan funciones diversas, pero que están constituídos por partes que se corresponden. Así, por ejemplo, son homólogos los miembros anteriores de los mamíferos, de las aves, de los reptiles, de los batracios y las aletas pectorales de los peces. En consecuencia, todo órgano transmitido a una serie de animales por un antecesor común es homólogo en todos estos seres, por encima de

todas las transformaciones que haya podido experimentar en su evolución. (1)

Organos homotipos.—Son aquellos que, en un mismo organismo, se corresponden por su idéntica estructura y por el mismo origen. Organos homotipos son, las patas de un artrópodo, los nefridios de un anélido, los ganglios nerviosos de un animal segmentado, las vértebras de un vertebrado.

El conjunto de los órganos homotipos de un animal dado, constituye un sistema. Así, las patas, los órganos masticadores y las antenas de un insecto, forman su *sistema apendicular;* los nervios y ganglios, su *sistema nervioso,* etc.

Ahora bien, el conjunto de los diversos órganos, por su constitución y por su origen, pertenezcan o no a un mismo sistema, pero que concurren a la misma función, constituyen un aparato fisiológico, tal como el aparato digestivo que comprende la boca, los dientes, el tubo digestivo y sus glándulas, órganos todos muy diferentes, morfológicamente hablando.

PROBLEMAS Y CUESTIONES

1.—¿De qué trata la Morfología?

2.—¿Que llama Ud. *Taxonomía*?

3.—¿En qué sentido la Sistemática es una prueba del Transformismo?

4.—¿Cuáles son los grupos naturales creados por Linneo?

5.—¿Cómo explicaría Ud. aquello de que nunca dos individuos de una misma especie llegan a ser exactamente iguales? ¿Y los mellizos?

6.—Si esto es así ¿podrán existir en el mundo dos cosas o fenómenos absolutamente iguales? ¡Consulte a Bergson!

7.—¿Qué llama Ud. género monotípico? ¡Ponga ejemplos!

8.—¿Cuándo decimos que dos seres son mutualistas?

9.—¿Por qué razón no es simbiosis el mutualismo del paguro con la actinia?

---

(1) Puede decirse que así como las analogías son efecto de la adaptación a las mismas condiciones de vida, las homologías son el producto de la transmisión de los caracteres por medio de la herencia. De ahí que en toda clasificación natural, los sistemáticos tomen únicamente en cuenta los órganos homólogos y no los análogos, pues estiman que sólo los primeros revelan el parentesco.

10.—¿Qué diferencia existe entre órganos análogos, homólogos y homotipos?

11.—¿En qué consisten los caracteres sexuales secundarios?

12.—¿Cuántos aparatos fisiológicos encontramos en los metazoarios superiores?

13.—¿Qué diferencia existe entre impulso e instinto sexual? (Wegener, «Nosotros los jóvenes»).

14.—Consulte las obras «Tres ensayos de la Vida Sexual» y «La evolución de la sexualidad», (2.ª Edición 1930) de Gregorio Marañón, y resuma un capítulo que Ud. encuentre interesante para que sea discutido en clase.

REFERENCIAS:

Strasburger, «Botánica». 15.ª Edición castellana, 1923, págs. 192 y 194.
Scott, «Teoría de la Evolución». 1.ª Edic. Cast. 1920, págs. 45 y 58.
García del Cid, «Zoología». Colección Labor, págs. 11-88-122.
Pujiula, «La Vida y su Evolución». 2.ª Edic. 1925, pág. 175.
Morgan, «Evolución y Mendelismo», 1.ª Edic. Cast., 1921, pág. 104.
Marañón, «Tres ensayos». 5.ª Edic. 1929, pág. 38.
Marañón, «La Evolución de la sexualidad». 2.ª Edic. 1930, pág. 6.
Le Roy, «Bergson». pág. 163.

2.—PRUEBAS PSICOLOGICAS.

Nos corresponde abordar ahora un asunto escabroso en que el error antropomorfo ha dado lugar a las más fantásticas explicaciones. Se ha atribuído a los organismos rudimentarios una parte de la mentalidad humana, y eso no está bien.

La tendencia se ha ejercido sobre todo, en el estudio de las costumbres de los insectos. «Pero cuanto más avanzamos en el conocimiento de los animales y del mundo que los rodea, ha dicho von Ueskúll, tanto más se nos impone la cuestión de cómo es el mundo que nos rodea a nosotros mismos. Acaso, aún siendo tanto o más rico y diverso que el mundo circundante de los animales, ¿no será el extremo de riqueza y hermosura?; ¿estaremos también nosotros limitados y encerrados por nuestro mundo circundante como los animales por los suyos que apenas contienen un reflejo de la riqueza del mundo que nosotros vemos extendida alrededor de los animales?, y si esto es así, ¿hay algún indicio de la exis-

tencia de un mundo más alto, mayor, más rico, del cual nosotros estamos exceptuados porque nuestros órganos de los sentidos y nuestro cerebro están tan pobremente construídos?»

Felizmente, la psicología literaria nacida al margen de estos problemas, un tanto abiertos, va cediendo el paso progresivamente a la investigación experimental del determinismo de los movimientos simples o complejos.

Las manifestaciones psicológicas de los animales inferiores son consideradas en la actualidad como series de movimientos encadenados que exigen una explicación físico-química con los mismos títulos que las otras manifestaciones vitales.

Lo dicho por Platón al atribuir a sus ideas suprasensibles una realidad más alta que la del mundo de los sentidos, es siempre verdad. Nos rodean como los más altos picos de una montaña envuelta en niebla; nos dominan, pues también nuestra propia vida está formada por una unidad más alta, pero no la conocemos.

Los naturalistas que defienden el psiquismo animal, sostienen que hay tres clases de acciones psíquicas en este reino: las *reflejas*, las *instintivas* y las *conscientes*.

A.—*Acciones reflejas*.—Desígnase con el nombre de reflejo o acción refleja la provocada por una determinada excitación y que, por producirse de un modo regular, se nos muestra como un efecto mecánico supeditado a una determinada organización interna, (R. Höber-Fisiología-pág. 421).

La acción refleja tiene también en muchos casos carácter de utilidad, es decir, sirve al organismo para adoptar una actitud de defensa con respecto a las injurias del mundo exterior. Son reflejos los movimientos peristálticos del tubo digestivo, la flexión de la pierna y del muslo cuando se nos pincha el pie, el cerrar los párpados cuando nuestros ojos tratan de impedir la entrada de un cuerpo extraño, etc.

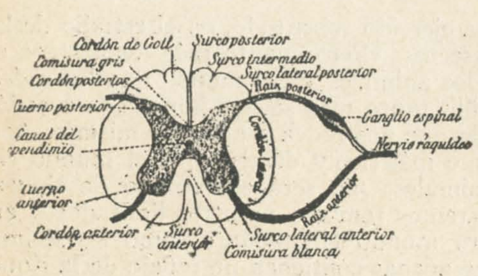


Fig. 30.—Sección transversal de la médula espinal.

Esta función refleja tiene su asiento en la médula espinal (Fig. 30), grue-

so cordón nervioso que debemos considerar como un órgano segmentario o metamérico, no solamente desde el punto de vista anatómico, sino también bajo el aspecto funcional.

Por consiguiente, los centros reflejos están ordenados de cierto modo en diferentes alturas de la médula; su mecanismo puede estudiarse en la fig. 31.

Las excitaciones productoras de reflejos pueden actuar sobre un órgano sensitivo cualquiera; pero, como casi siem-

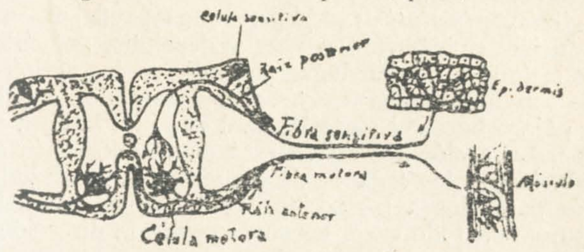


Fig. 31.—Mecanismo del acto reflejo. La excitación es conducida por las fibras sensitivas de la epidermis hasta sus ramificaciones terminales, en el cuerno anterior de la médula. Las células motoras, que son contiguas, reciben dicha excitación sensitiva y elaboran la excitación motriz que sus fibras motoras transmiten a los músculos, los que se contraen.

pre actúan las excitaciones procedentes del mundo exterior simultáneamente sobre varios órganos sensitivos, el comportamiento del animal se nos aparece frecuentemente como voluntario porque no vemos con claridad las causas de los diversos y simultáneos reflejos. Para apreciar con seguridad la autenticidad de un determinado reflejo será preciso cerrar la principal puerta de entrada de las excitaciones procedentes del exterior, lo cual se consigue decapitando al animal objeto de la experiencia.

De esta suerte, un perro descerebrado, por ejemplo, ejecuta una serie de notables reacciones reflejas. Así, cuando se le rasca la raíz de la cola, el animal ejecuta vivos movimientos con la lengua; cuando se le rasca la mandíbula inferior, comienza a bostezar; si se le cosquillea en un punto lateral de la piel del tronco, se rasca en dicho lugar con la pata trasera (Goltz).

Según los transformistas, las acciones reflejas han sido adquiridas por selección natural en la lucha por la vida,

conservándose mejor los individuos más sensibles a dichos fenómenos psíquicos. Por lo demás, conviene no confundir estos movimientos con los llamados *espontáneos* que se producen en el ser vivo sin necesidad de excitación exterior. Son movimientos de conjunto del cuerpo o de una parte de él mediante la acción coordinada de músculos más o menos numerosos y complejos cuyas modificaciones internas son aún poco conocidas.

B.—*Acciones instintivas.*—Al paso que los reflejos son modo de conducirse típicamente *pasivos* y dependen por entero de que los estímulos tengan lugar en realidad, las acciones instintivas son notoriamente *activas;* los estímulos son buscados: el pájaro busca el material para su nido; la fiera acecha su presa. La acción instintiva está en relación más específica todavía con los órganos de los sentidos, resultando mucho más parecidas a las acciones voluntarias que a los reflejos puros; en todo caso, les corresponde la dirección *hacia delante,* como a las acciones voluntarias.

Ahora bien, agrega Koffka, pudiera objetarse que tal dirección hacia delante sólo puede existir cuando el animal sabe ya a que fin se endereza; esta dirección nos resulta en el instinto incomprensible como clara se nos aparece en la voluntad, pues el animal ejecuta en efecto estas acciones sin poder saber nada del resultado. ¿Cómo es posible, dice esta objeción, que yo tienda a un fín que desconozco en absoluto? La respuesta es que a menudo es posible dirigirse hacia delante sin saber el fín a que se llegará. Se puede esperar y no saber qué. La situación presente parece entonces no como una situación constituída, sino como una situación constituyente; no como un estado, sino como tránsito; no como algo que es, sino como algo que va siendo (1).

Bien puede verse, por lo que llevamos dicho, que las acciones instintivas son tendencias naturales a ejecutar ciertos actos sin previsión ni adiestramiento previo, pero que corresponden a un fin exactamente; o, en otros términos, «una tendencia sensitiva, compleja, innata y específica», tal como ocurre con el recién nacido que succiona sin que nadie se lo haya enseñado o con el pajarillo que usa por primera vez sus alas en el vuelo.

Por lo que respecta al origen del instinto, diremos que son

---

(1) Koffka, «Bases de la Evolución Psíquica», 2.ª Edic. 1926, pág. 94.

varias las teorías que se disputan el honor de explicarlo satisfactoriamente. Una de las más socorridas es la de base evolucionista que aceptan también los psicólogos modernos. Según ella los instintos se han formado por evolución, es decir, por la verificación sucesiva de actos reflejos cada vez más modificados a causa de la acción mecánica ejercida sobre el animal por los agentes del medio que también varían.

Claro está que en todo esto ha predominado, como siempre, el egocentrismo que atribuye a los animales un comportamiento en relación con los sentimientos humanos, lo cual, ya dijimos, es un error lamentable. Tal es el caso, por ejemplo, de muchos insectos que, cogidos de sorpresa, se inmovilizan instantáneamente replegando las patas y quedando en un estado cataléptico que puede durar más o menos tiempo, diciéndose entonces que el animal «simula la muerte», siendo que se trata más bien de un fenómeno de sensibilidad diferencial de diversos excitantes, sobre todo, de la presión.

Siendo como se ha dicho, que el instinto es el resultado de la selección natural, no falta en él la variabilidad que hace posible su modificación progresiva en conformidad con el principio evolucionista (1).

C.—*Acciones conscientes.*—Son los llamados actos voluntarios, los que, para verificarse, necesitan elaboración reflexiva y una serie de esfuerzos conscientes para aparecer finalmente como libres.

Ribot los considera como el último término de una evolución progresiva, cuyo primer escalón es el reflejo simple.

Para muchos investigadores, las acciones conscientes provienen de las instintivas, ya que los movimientos voluntarios tienen gran semejanza con los que dependen del instinto verdadero, y, además, por el hecho de que, a menudo, los actos voluntarios se transforman en involuntarios.

Un buen ejemplo nos ofr ce el pianista que al mismo tiempo que ejecuta una pieza al piano, puede mantener conver-

(1) Tres categorías comprende la vida instintiva de los animales: a) instintos *primarios* o fundamentales, que son los que aparecen por primera vez en la vida del ser y al mismo tiempo los más necesarios (instinto de nutrición); b) los instintos *secundarios* o derivados, los cuales se han adquirido como verdaderos hábitos fijados por la herencia (instinto *migratorio*), y c) los instintos *plásticos*, que han resultado de un perfeccionamiento inteligente de los primarios y secundarios (instinto del perro de caza, etc).

sación con alguna persona, o cuando damos cuerda al reloj o escribimos sin que la voluntad intervenga para coordinar los movimientos que hacemos.

En su libro, Filosofía Natural, sostiene Karl Sapper que las acciones instintivas de los animales son algo intermedio entre las manifestaciones completamente inconscientes y las acciones plenamente conscientes.

Agrega, en seguida, que ciertos grupos de animales se han quedado estancados en el grado de acción instintiva, como ocurre con los Artrópodos; pero, en cambio, han llevado el desarrollo de la actividad instintiva a un alto grado de perfección.

Ahora bien, comparando con ellos la actividad del hombre, vemos que éste no sólo tiene conciencia clara de sus fines, sino que tiene la facultad de «proponerse fines» y de «escoger» entre ellos, señalándose con ésto la diferencia más importante entre las más perfectas acciones instintivas y el grado más alto de las acciones puramente conscientes.

PROBLEMAS Y CUESTIONES.

1.—¿En qué forma explicaría Ud. a un grupo de amigos el significado de la palabra Psicología?

2.—¿Por qué decimos que el niño es egocéntrico?

3.—¿Qué psicólogos conoce Ud. que hayan hecho Psicología animal?

4.—¿Qué diferencia hay entre reflejo, hábito e instinto?

5.—¿Cómo define Ud. el instinto?

6.—¡Haga un trabajo de investigación acerca del instinto!

7.—¿Qué sabe Ud. del instinto gregario en los animales?

8—¿Es efectivo que los insectos poseen instintos maravillosos? ¿Cuáles son ellos? (Bouvier—«Vida psíquica de los insectos»).

9.—¿Hasta qué punto el juego en los animales es un instinto? ¿O cree Ud. que dicha actividad tiene más bien una base biológica? ¡Explique este asunto y discútalo con sus amigos!

10.—¿Juegan los instintos tan importante papel en la vida del individuo humano como en la vida de los animales inferiores?

11.—¿Se podría evitar la aparición y desarrollo de un instinto pernicioso?

12.—¿Significa la adaptación al medio circundante someterse a él sin modificarle?

13.—¿Qué idea tiene Ud. de los actos insconscientes? (Malapert, 8.ª Edic. francesa pág. 411 y sig.)

14.—¿Qué llama Ud. animal medular?

15.—¿Puede el hombre formar y hacer prosperar nuevos hábitos?

16.—¿Qué entiende Ud. por «libre albedrío» y «determinismo»?

17.—Lea el Cap. III de la obra «El hombre y la técnica» de Spengler.

REFERENCIAS:

Max Kollmann, «La Biología». Pág. 127. 1.ª Edición Castellana 1927.
Höber, «Fisiología». Pág. 421, 1.ª Edición Castellana, 1928.
Guerrero, «Curso de Filosofía». VI año, pág. 20 y sig. Edic. de 1930.
Lippsius y Sapper, «Filosofía Natural». Págs. 381 y 405. 1.ª Edición 1931.
Koffka, «Bases de la Evolución Psíquica». Págs. 68-92 y 103. 2.ª Edic. Cast. 1926.
Von Uesküll, «Idea para una concepción biológica del mundo».
Malapert, «Lecciones de Filosofía». 8.ª Edic. Tomo I, pág. 411 y sig.
Pyle, «Psicología Educativa». Pág. 47 y sig. 3.ª Edición 1917.
Wegener, «Nosotros los Jóvenes». Editorial Artigas, pág. 16.
Russel, «El panorama científico». Edic. «Nueva época», pág. 46.
Waldron, «Biología Pedagógica». Edic. 1931, pág. 149.

3.—PRUEBAS FISIOLOGICAS.

No disponiendo a veces el hombre de una base científica evidente para cimentar sus principios, desprovisto, otras, de precursores, y obligado a esperarlo todo de su propio impulso creador, ha salido del interior de su conciencia para ponerse en libre comunicación con la naturaleza y contemplarla en su inmensidad; y estudiando sus leyes y observando los fenómenos que la manifiestan, ha encontrado a menudo nuevos campos donde satisfacer su deseo.

Un notable ejemplo de esta inquietud científica nos lo dan las pruebas fisiológicas del Transformismo a base de las experiencias sanguíneas, un campo totalmente nuevo cuya existencia no se sospechaba; sin embargo, cuando este campo se abrió al estudio, aportó una de las pruebas más convincentes en favor de la concepción evolucionista que hasta hoy se ha encontrado. No es que no hayan surgido nuevas dificultades y dudas; pero, a pesar de ellas, la probabilidad

de la teoría permanece firme después de más de medio siglo de contínua investigación.

A.—*Reacciones de la sangre.*—En los últimos veinte años, el doctor Nuttal, de la Universidad de Cambridge, ha empleado con notables fisiólogos, el método de la precipitación de la sangre con muy buenos resultados.

Para comprender mejor este asunto, nos vamos a referir a las experiencias realizadas con sangre humana y con la de ciertos animales que en la escala zoológica ocupan lugares cercanos al hombre.

El análisis químico ordinario es incapaz de determinar las diferencias de composición de la sangre de diversos animales; pero desde hace mucho tiempo, sin embargo, se sabía que existen diferencias importantes; lo demostraba el hecho de que, al realizar la operación de transfusión de la sangre, no era practicable substituir la sangre humana por la sangre animal, pues ésta podía causar grave daño al enfermo.

El método de precipitación en las reacciones de la sangre, es el siguiente: la sangre humana recién obtenida se deja coagular y luego se separa el suero del coágulo, (el suero sanguíneo es la parte acuosa y casi incolora de la sangre que queda después de la coagulación). Se inyecta, con intervalos de uno a dos días, pequeñas cantidades de este suero en las venas de un conejo, lo que determina la formación en la sangre del conejo de un anticuerpo, análogo a la anti-toxina que se produce en la sangre de un caballo por la inyección del virus de la difteria. Después de la última inyección, se deja vivir algunos días al conejo, y luego se le mata y sangra. La sangre se deja hasta que se coagula, y el suero se separa y conserva. El suero así obtenido se denomina suero anti-humano, y es un reactivo sumamente sensible de la sangre humana, no sólo cuando está fresca, sino también cuando está en forma de manchas antiguas y secas, y hasta cuando está pútrida. Las manchas, por ejemplo, se remojan en una debilísima solución de cloruro de sodio, y la disolución resultante de sangre y sal se filtra, si es necesario, hasta que quede completamente limpia y clara. A esta disolución de sangre se agregan algunas gotas de suero anti-humano, y si las manchas eran de sangre humana, se forma y desciende un precipitado blanco; pero si las manchas eran de un animal doméstico, como un cerdo, una gallina, etc., no se produce esta reacción. Del mismo modo antes descrito, pode-

mos preparar suero anti-cerdo, anti-caballo, anti-gallina, etc., inyectando a un conejo suero recién obtenido de un cerdo, de un caballo o de una gallina.

Recientes investigaciones han mostrado que estas reacciones sanguíneas pueden ser empleadas para determinar el grado de parentesco entre diferentes animales, pues, aunque una reacción pronta y enérgica no se obtiene más que con sangre de la misma especie de animal, la sangre de especies muy afines, como el caballo y el asno, por ejemplo, da una precipitación más o menos franca.

Por lo demás, no hay que suponer que existe una razón matemática entre los grandes parentescos que indican las reacciones sanguíneas y los que muestran las pruebas anatómicas y paleontológicas. Difícilmente podría sostenerse que un avestruz y un loro sean más afines que un lobo y una hiena, y, sin embargo, esto sería lo que se deduce de las reacciones de la sangre (1).

De todos modos, los resultados de las reacciones sanguíneas deben ser examinados críticamente y han de ser comprobados mediante la comparación con los obtenidos por otros métodos de investigación; pero, aún con todas las salvedades, estas reacciones sanguíneas son admirables y han aportado a la teoría de la evolución una comprobación solidísima, procedente de un campo enteramente inesperado: se aproximan tanto a una demostración definitiva de la teoría, cuanto razonablemente podemos esperar, mientras que la zoología y la botánica experimentales no se cultiven y perfeccionen mucho más allá del estado actual.

B.—*Catalasas.*—Relación con lo que dejamos expuesto anteriormente tienen los fermentos llamados *catalasas* que, como tantos coloides inorgánicos, catalizan el desdoblamiento del agua oxigenada en agua y oxígeno molecular.

Existen en todos los tejidos, y deben tener una función que quizás consiste en descomponer y hacer desaparecer rápidamente el peróxido de nitrógeno tóxico que se forma en las oxidaciones intraorgánicas, porque este peróxido alteraría profundamente la integridad química del protoplasma.

---

(1) En el deseo de comprobar los resultados que produciría sobre el estado moral de un animal la sangre de otro, Magendie realizó en 1835 la llamada *experiencia fisiólogo moral.* La transfusión de sangre verificada a un zorro de pésimo carácter no contribuyó en su mejoramiento aún cuando provenía de un perro muy pacífico.

De manera, pues, que estos principios catalíticos de la sangre son capaces de apurar el desprendimiento de oxígeno molecular que el agua oxigenada contiene. Ahora bien, se ha visto que no siempre es igual el desprendimiento de dicho gas cuando se opera con sangre de distintos animales, y que dicha producción es casi idéntica cuando se trabaja con sangre de animales que ocupan un lugar próximo en la escala zoológica e igual cuando las especies son del mismo género.

PROBLEMAS Y CUESTIONES.

1.—¿Qué significación fisiológica tienen las catalasas?
2.—¿En qué consiste la experiencia fisiólogo-moral?
3.—Estudie los llamados sueros citolíticos en el libro «Del método en las ciencias Médicas» de Pedro Delbet, y haga un trabajo sobre dicho asunto.
4.—¿De qué manera se prepara el suero anti-tortuga?
5.—¿Qué papel desempeñan las antitoxinas en el organismo?
6.—Formule algunas críticas a la teoría de las reacciones sanguíneas.

REFERENCIAS:

Scott, «Teoría de la evolución». 1.ª Edición Castellana 1920, pág. 92.
Rondoni, «Bioquímica». 1.ª Edición Castellana 1928, pág. 528.
Susaeta, «Coloides y Fermentos». 1.ª Edición 1927, págs. 236 y sig.
Delbet, «Del método en las ciencias médicas». Págs. 82 y sig.

4.—PRUEBAS ONTOGENETICAS.

La embriología.—Después de la aparición del «Origen de las especies» de Darwin, hacia mediados del siglo XIX, numerosos naturalistas pensaron en asentar la Teoría Transformista sobre bases objetivas bien sólidas, reconstituyendo los encadenamientos de los organismos hasta donde fuera posible. Y como hasta entonces no se había hecho ningún intento filogenético, era entonces el momento propicio de lanzar al mundo científico alguna ley o principio que, sin aspirar al título de dogma inmutable, permitiera, al menos, escudriñar la verdad en un terreno más objetivo que el hasta entonces recorrido.

Haeckel tuvo la gloria de hallar ese principio buscado al ofrecer su «Ley biogenética fundamental» que nos sirve de

hilo conductor a través de la historia filogénica de los seres. Veámoslo.

El individuo, desde el huevo hasta el estado adulto, pasa por una serie de cambios. En el transcurso de su desarrollo vemos, no sólo los comienzos de los órganos que gradualmente crecen y se transforman en los del animal adulto, sino que vemos también que algunos órganos aparecen y desaparecen más tarde antes de llegar al estado adulto.

Este proceso de desarrollo es lo que llamamos *ontogenia* o desarrollo embrionario; pero, además, puede verse que, como embriones, repetimos en pequeño la serie de los tipos o estados morfológicos por los cuales ha pasado la serie de nuestros ascendientes animales, desde la célula primitiva hasta el hombre, o sea, la *filogenia* o historia de los ascendientes de la especie. Puede decirse entonces, que la filogenia reproduce a la ontogenia y viceversa, aspecto interesantísimo de las Ciencias Biológicas cuyo estudio más profundo cae dentro del dominio de la Embriología.

Avanzando en este terreno podemos decir que la ontogenia nos enseña, desde luego, dos cosas fundamentales.

a) «Cuanto más cercana es la afinidad sistemática de dos especies, durante tanto más tiempo se parecen entre sí en su desarrollo embrionario. Así puede verse de como los embriones del perro y del zorro, pertenecientes ambos al mismo género, familia y orden, sólo es posible distinguirlos poco antes del nacimiento. Pero si comparamos el desarrollo embrionario del perro con el del mono, por ejemplo, se ve que las diferencias se acentúan mucho más temprano, porque en este caso se trata de especies pertenecientes a órdenes diferentes: Carnívoros y Primados.»

b) «Los estados de desarrollo por los cuales pasa sucesivamente un ser, se parecen grandemente a los estados perfectos o definitivos de otros seres que en las escalas zoológicas o botánicas ocupan lugares inferiores. Así, los estados embrionarios del perro pueden afectar gradualmente las estructuras y disposición propia de los Protozoos—Celenterados—Vermes—Protovertebrados y de los Peces—Anfibios—Reptiles y Mamíferos.»

Es notabilísimo el hecho de que todos los animales vertebrados, aunque diferentes en costumbres y género de vida, tienen modos de ontogenia que pertenecen al mismo plan.

De este modo vemos de cómo en cierta fase de la ontoge-

nia, el embrión de un Mamífero tiene hendeduras branquiales como un pez; los sostenes esqueléticos de las paredes de estas hendeduras, las arterias y venas que las proveen de sangre, la conformación del corazón, en una palabra, todo el plan del aparato circulatorio, es como de pez. (1) En una fase posterior de desarrollo, la mayor parte de las dichas hendeduras se han obliterado, pero se conserva una, convertida ahora en la trompa de Eustaquio, que une la faringe con el oído medio, al lado de dentro del tímpano. De igual modo, las pruebas embriológicas muestran que los pulmones de los vertebrados de respiración aérea provienen de la vejiga natatoria de los peces, conclusión a la que ya había llegado la Anatomía Comparada, pues en un grupo notable, llamado de los *Dipnoos* o de los peces pulmonados, ocurre que la vejiga natatoria es utilizada para fines respiratorios.

Otro ejemplo encontramos en el aparato sensitivo de los animales, que en los embriones afecta la modalidad diseminada y que sólo se emancipa cuando el ser adquiere cierto estado de desarrollo, existiendo, en este caso, cierto paralelismo biogenético con la manera de ser de dicho sistema en los animales inferiores en que también ostenta la forma diseminada (Fig. 32).

Algo semejante ocurre con el desarrollo del esqueleto en los Vertebrados que en su forma primitiva está representado por la cuerda dorsal o notocorda, especie de esqueleto primordial que también presentan los Protovertebrados o Cordados, los peces Ciclóstomos (lamprea) y Ganoideos (esturión) y los Anfibios.

La cuerda dorsal, primer esbozo del sistema óseo, aparece también durante el estado embrionario de todos los vertebrados, existiendo, en consecuencia, otro paralelismo entre la ontogenia y la filogenia, esto es, que la sucesión ontogenética es también la sucesión filogenética del grupo. No obstante, se ha hecho la objeción de que, si bien la embriología puede probar el parentesco dentro de un mismo grupo, no

---

(1) El biólogo norteamericano, T. H. Morgan, no se muestra en todo de acuerdo con la teoría de que los animales superiores tengan resumidos en sus embriones los estados primitivamante adultos, y estima que esas semejanzas deben considerarse más bien como *supervivencias embrionarias*. (Ver «Evolución y Mendelismo», Edic. 1921, págs. 15 a 23).

consigue demostrar conexión alguna entre grupos diferentes; pero esto no es del todo cierto.

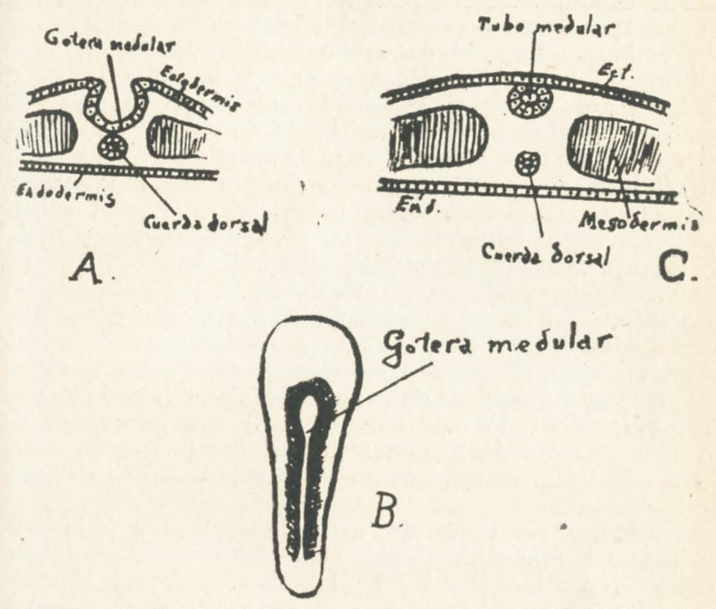


Fig. 32.—A, Sección del sistema nervioso del embrión; B, Embrión visto por la parte posterior; C, Formación del tubo medular. Puede verse cómo en el embrión el sistema nervioso se forma en el lado dorsal a expensas del ectoderma que se invagina. Al principio es una simple ranura llamada *gotera* o *tubo medular* que después dará nacimiento al encéfalo y a la médula.

La ontogenia demuestra, por ejemplo, que los *Tunicados*, curioso grupo de animales marinos, antes referido a los Moluscos, tienen relación con los vertebrados y otro tanto puede afirmarse de ciertos gusanos marinos (*Balanoglossus*). Todavía más, la gran mayoría de los zoólogos modernos ha adoptado un plan de clasificación fundado en la embriología, lo cual ha permitido considerar, por ejemplo, que el Tipo de los Cordados no sólo debe comprender a los vertebrados verdaderos que son cordados provistos de esqueleto axil compuesto de vértebras y un cráneo, sino también a los Protocordados que tienen notocordio persistente o temporal

careciendo de formación de vértebras y cráneo. De esta suerte, ha sido posible hacer la clasificación de muchos individuos que hasta hace poco no tenían una ubicación más o menos precisa en las escalas sistemáticas.

«Por lo que hace al desarrollo embrionario del hombre, cabe decir que este comienza su existencia, comprimida en un espacio de nueve meses, siendo una sola célula; pasa de esta fase de aspecto protozoario a la de colonia de células; roza a los pólipos ancestrales al convertirse en dos capas de células; se muestra emparentado con el Amphioxus al producir un notocordio, que luego destruye para substituirlo por una columna vertebral; se recrea en reminiscencias de la vida marina haciendo de su líquido amniótico un pequeño depósito particular de fluído en el que flota embrionariamente y horada su cuello con aberturas branquiales, para prescindir de ellas cuando posteriormente recapitula la gran hazaña de sus antepasados, al conquistar la tierra; evoca la fase cuadrúpeda de su genealogía produciendo una cola dotada de todos sus movimientos; y aún después del nacimiento recuerda lo que más adelante habría de considerar como una mancha en su escudo de armas: su pasado simio.»

«No somos, por tanto, una excepción de la ley de la vida. El género humano ha nacido, como los demás, no de una creación repentina, sino lenta y laboriosamente, por procesos graduales y a veces desviados. Y como el hombre actual es un producto de evolución, debemos pensar lógicamente que progresará siguiendo los caminos del cambio biológico.»

PROBLEMAS Y CUESTIONES.

1.—¿En qué sentido la ontogenia reproduce a la filogenia? ¡Explique este asunto!

2.—¿Qué llama Ud. sistema nervioso diseminado?

3.—¿Cuál sería el orden filogenético del desarrollo seguido por un embrión de vertebrado?

4.—Aplicando el principio biogenético al hombre, descubra Ud. las razones que algunos pedagogos han tenido en cuenta para enseñar la escritura en papel sin líneas.

5.—Busque informaciones en la página 15 del libro «Evolución y Mendelismo» de Morgan, edición de 1921, y formule una crítica a la ley biogenética.

6.—¿Cuáles son las llamadas «adiciones embrionarias»?

7.—¿Hasta dónde es posible aplicar la ley biogenética al desarrollo de la inteligencia humana?

8.—¿Qué importancia tienen los trabajos manuales y los ejercicios físicos frente a la Ley Biogenética?

REFERENCIAS:

Max Kollmann, «La Biología». 1.ª Edición Cast. 1927, pág. 153.
Forel, «La cuestión sexual». 2.ª Edic. Cast. 1923, pág. 43.
Fuset Tubiá, «Zoología». 2.ª Edic. 1928, pág. 450.
Scott, «Teoría de la evolución». 2.ª Edic. 1920, pág. 75.
Pujiula, «La vida y su evolución». 2.ª Edic. 1925, pág. 158.
Starling, «Fisiología». 2.ª Edic. Cast. 1927, pág. 590.
García del Cid, «Zoología». Colec. Labor 1928, pág. 38.
Le Dantec, «La crisis del Transformismo». Edic. Cast. pág. 240.

5.—PRUEBAS GEOGRAFICAS.

Al exponer en este resumen el conjunto de pruebas geográficas en favor del Transformismo, no pretendemos reunir, de ningún modo, todos aquellos fenómenos de la distribución geográfica. Unicamente intentaremos reconstruir, en parte, una larga historia de cambios pasados, y examinar, hasta donde sea posible, los principales datos sobre distribución orgánica, apoyándonos, para esta tarea, en los resultados más o menos precisos a que han llegado ya la geología y la paleontología que se encaminan hacia este mismo problema.

La observación enseña que en partes diferentes de nuestro planeta se encuentran siempre animales y plantas diferentes: los osos polares los hallamos en las extensiones sin árboles de las tierras árticas; los leones y tigres, elefantes y rinocerontes, y las altas palmeras, hay que buscarlos en los países cálidos. Pero no todo es cuestión de clima, ya que las regiones tropicales de Australia, Africa y América poseen climas muy semejantes, y, sin embargo, sería difícil hallar tres regiones de la tierra que fuesen más radicalmente diferentes, desde el punto de vista geológico y botánico. El hecho de que una planta o un animal no exista en una región determinada, no es una prueba decisiva de que no esté conformado para vivir allí. Los conejos introducidos en Australia han llegado a convertirse en una plaga; los caballos que tanto abundan en nuestra América del Sur, antes no existieron acá; el cactus de América, imprudentemente llevado al Sur del Africa, se ha convertido en un estorbo grave, todo lo

cual explica que los animales y las plantas pueden prosperar en muchas regiones fuera de su patria primitiva.

Centro específico y área de dispersión.—Lo que hay de verdad es que cada especie orgánica ha sido producida en un punto determinado de la tierra que llamamos *centro específico o de dispersión*, desde donde se han extendido a otras partes formando *áreas de dispersión* más o menos extensas, existiendo, en consecuencia, una continuidad no interrumpida de la vida desde su primera aparición sobre la tierra, siendo, por consiguiente, la distribución actual de los seres vivos, el resultado de una serie inagotable de cambios sucesivos debidos a la acción de agentes internos y externos propios de la variación específica.

En esta inteligencia no se puede exigir que los individuos de un mismo grupo natural ocupen siempre la misma área de dispersión, como podría interpretarse el principio evolucionista, ya que habría que considerar ciertas circunstancias fatales como el *cosmopolitismo* de las especies, las *migraciones*, el *parasitismo*, las *barreras naturales* y otros innúmeros factores que influyen poderosamente en la distribución geográfica de los seres que pueblan el planeta.

La razón de ser de esta distribución debe buscarse más bien en los datos que suministran la geología y la paleontología, ya que cuanto mayor es el tiempo que han estado separadas dos regiones, tanto mayor es la diferencia entre los animales y las plantas de estas mismas regiones. Así, por ejemplo, la separación entre la Gran Bretaña y el Continente Europeo ha debido efectuarse en época muy reciente, geológicamente hablando, pues no hay ninguna diferencia importante entre las especies que les son propias. Lo contrario parece haber ocurrido entre Madagascar y Africa, cuya separación debió haberse efectuado hace ya mucho tiempo por las diferencias de fauna y flora entre la isla y el continente.

Y ya que hablamos de las islas, no olvidemos que estas, desde el punto de vista de la distribución orgánica, pueden ser de dos categorías: *continentales* y *oceánicas*. Las primeras son fragmentos separados de un continente con el que estuvieron unidas durante cierto tiempo; su estructura geológica es la del continente como también lo es su población animal y vegetal.

Las oceánicas, por el contrario, o son de origen volcánico y se han levantado desde el fondo del mar, o son arrecifes.

Por lo general están muy alejadas de toda tierra y muestran no haber formado nunca parte de algún continente, como son las islas Canarias y Madera y muchas del sur del Pacífico.

Las observaciones que hizo Darwin en las islas de los Galápagos, grupo volcánico a más de 500 millas de la costa del Ecuador, servirán de tipo para enseñar la fauna de las islas oceánicas. Descontando las aves marinas, que pueden atravesar las mayores extensiones del mar, las otras aves, reptiles y plantas de dichas islas, son especies peculiares que forman un grupo homogéneo y compacto. Darwin ha explicado este fenómeno diciendo que la distancia a tierra firme es tan grande en estos casos que dificulta enormemente el arribo de cualquier especie viva. Las que lograron llegar, quedaron de este modo prácticamente separadas de sus parientes del continente, modificando, de esta suerte, su condición primitiva para formar razas, variedades y especies diferentes.

La isla de Juan Fernández nos ofrece el interesante caso de una planta endémica denominada *chonta* y que no se ha encontrado en otra parte del mundo (1).

Es interesante considerar aquí el caso de la isla volcánica de Krakatoa, no muy distante de Java, que en 1883 sufrió las consecuencias de una terrible conmoción que sepultó una parte de ella y cubrió el resto de cenizas que acabaron con la vida de los seres que la poblaban. En un espacio de tiempo asombrosamente corto, la isla se volvió a poblar de plantas y animales, principalmente insectos, venidos de las islas de Java y Sumatra. El profesor Selenka, que la visitó posteriormente, nos cuenta esto: «A la sombra de una casuarina, rodeada de cocoteros y matorrales que llegaban a la altura de mi cabeza, encontré allí, con asombro mío, un activo mundo animal de arañas, moscas, chinches de campo, escarabajos y mariposas; hasta saurios de más de dos pies de largo animaban el apacible cuadro».

Las migraciones.—Los obstáculos que la naturaleza opone a la difusión de las especies, pueden ser salvados por estas mediante las *migraciones*. Este fenómeno comprende dos ca-

(1) Las islas de Juan Fernández ofrecen también algunos ejemplos de «endemismo» animal, tales como el *picaflor grande* y algunos *Coleópteros*, interesante fenómeno que el Dr. Johow atribuye a la transformación que dichas sp. han experimentado al adaptarse a nuevas condiciones, y al hecho de haber desaparecido del continente, por una u otra causa, las sp. tipo para sólo conservarse los representantes de la isla.

sos: aquel en que el animal, desde el lugar en que nos situamos, marcha a otro sitio, y su inverso, en que desde una localidad cualquiera, viene a la que estudiamos; el primer caso constituye la *emigración* propiamente dicha, el segundo, la *inmigración*. Una y otra pueden ser *activas* o *pasivas*, ya sea que el animal se movilice con sus propios medios de locomoción, o que se limite a ser arrastrado por diversos agentes, incluso el hombre.

Del mismo modo, estas migraciones pueden ser también *irregulares* o *periódicas*. Las primeras obedecen a una reproducción extraordinaria favorecida por diversas causas, como el ejemplo que ofrecen las plagas de langostas; las segundas son debidas a la necesidad que siente la especie de habitar constantemente un medio de condiciones homogéneas, o bien de reproducirse en sitio diferente al de su ordinaria residencia, como por ejemplo, las golondrinas y otras aves que en invierno se trasladan a un país de clima relativamente cálido, y en verano a regiones de temperatura menos elevada, y los peces llamados atunes que ordinariamente viven a considerable profundidad, pero que, aproximándose el período reproductor, suben a la superficie en numerosos grupos buscando las aguas más cálidas y aireadas para depositar sus productos sexuales y regresar en seguida a la profundidad de donde proceden.

Como puede verse, la distribución actual de los seres organizados es la resultante de variados elementos o factores de diversos orígenes que de algún modo han actuado en el espacio y en el tiempo. En consecuencia, los diversos grupos de individuos que forman la fauna y la flora actuales, proceden originariamente de diferentes edades de la historia del planeta, y su repartición estaría condicionada por la distribución de las tierras y de los mares en las épocas de su aparición, por los medios de dispersión, y lo que es más, por la influencia de los cambios climatéricos y por la del hombre que han facilitado la extinción de ciertas especies y la supervivencia de otras.

PROBLEMAS Y CUESTIONES.

1.—¿Qué llama Ud. centro específico?

2.—¿Cuáles son los principales factores geográficos que han contribuído a la distribución de los organismos en el planeta?

3.—¿Cómo se han formado las islas oceánicas?

4.—¿A qué categoría de islas pertenece la Quiriquina?

5.—¿Qué principio evolutivo dedujo Darwin del estudio de las Galápagos?

6.—¿Cómo explica Ud. la existencia de una planta endémica en Juan Fernández?

7.—¿Cuáles son las llamadas dispersiones activas y pasivas?

8.—¿En qué sentido el hombre ha contribuído a la distribución específica en el globo?

REFERENCIAS:

Scott, «Teoría de la Evolución». Edición 1920, pág. 143.
Pujiula, «Biología». Edición 1927, pág. 420.
García del Cid, «Zoología». Edición 1928, pág. 124.
Huguet, «Geobotánica». Edición 1929, pág. 252.
Fuset Tubiá, «Zoología». 2.ª Edic. 1928, pág. 218.
Strasburger, «Botánica». 15.ª Edic. 1923, pág. 196.

6.—PRUEBAS PALEONTOLOGICAS.

Con paso lento, pero firme, hemos caminado provechosamente a través de los senderos que la evolución orgánica ofrece al humano entendimiento. Réstanos ahora abordar un nuevo y último asunto probatorio, de suyo complicado y escabroso, pero que, dada nuestra calidad de entusiastas buscadores de la verdad científica, habrá de cautivar nuestra atención hasta el punto de no detenernos en el círculo limitado de nuestros vulgares conocimientos. Y sí sometemos al ideal de perfección el proceso lento y penoso que caracteriza el curso histórico de la ciencia, estamos ciertos de que no nos veremos condenados a esperar que el porvenir nos revele tardíamente algún secreto que quizás habría podido pertenecernos a buena hora si nos hubiésemos movido en una esfera más amplia y más expansiva.

Por lo demás, las pruebas paleontológicas que conoceremos esta vez, bien pueden llevarnos lejos en este terreno libre al pensamiento crítico, ya que nos ofrecen la novedad bien interesante de indicarnos el momento preciso en que nuestro antepasado tomó posesión de un suelo hostil en que todos los elementos parecían conjurados en su contra. No obstante, y a pesar de todo, el hombre logró asentar su dominio en la tierra y acabó por proclamarse soberano y dueño del mundo.

A.—*Formación de la tierra.*—Para nadie es un misterio que nuestro planeta no tuvo en otras épocas el aspecto que ahora le caracteriza.

Los antiguos le concebían como el centro único de todo el Universo, pues lo demás estaba subordinado a él. Los astros, el firmamento entero, no servían más que para adornar la bóveda del cielo. Pero hoy sabemos que la Tierra no es centro de nada, y que entre la infinidad de astros que pueblan el espacio, es algo así como un grano de arena en la inmensidad del mar.

Respecto de su origen, diremos que esta cuestión preocupó ya vivamente a los primeros filósofos griegos quienes le hacían remontar, del caos primitivo de cuyo seno nacieron también los cielos, las montañas y el mar.

Posteriormente se buscó su origen en el agua y en el fuego, considerados como agentes de formación.

Pero fué en el siglo XVIII cuando nacieron otras hipótesis sobre el origen del Universo en general, y de la Tierra en particular, hipótesis que ya descansan sobre principios verdaderamente científicos.

El célebre filósofo alemán, Manuel Kant, (1724-1800), había sustentado la teoría de que en tiempos remotos, todo el espacio universal estaba ocupado por la misma materia de que están compuestos el sol y los planetas. Las partículas de esa materia fueron atraídas hacia un núcleo central que es el sol de nuestro sistema. Este núcleo atrajo, a su vez, a los elementos no absorbidos en su formación, pero las fuerzas atractivas y repulsivas de esos mismos elementos originaron un movimiento rotatorio en torno del núcleo central.

El gran naturalista Buffon, en 1766, emitió la teoría de que la formación de los planetas era debida a un cometa que había chocado con el sol, desprendiéndose de este astro partes que, enfriadas después, se convirtieron en los planetas actuales.

Finalmente, otro francés, Laplace, (1749-1827) Fig. 33, formuló la hipótesis que en la actualidad tiene mayor aceptación. Según él, una nebulosa primitiva llenaba por completo el espacio que actualmente ocupa nuestro sistema planetario. Esta nebulosa estaba dotada de un movimiento de rotación de Oeste a Este, como los planetas actuales.

Situada en la frialdad del espacio sideral, fué perdiendo

por irradiación el calor que poseía, y, al enfriarse, se contrajo, acelerando entonces su movimiento. En estas condiciones se formó un núcleo de condensación, que fué nuestro sol, al mismo tiempo que, gracias al aumento de la velocidad rotativa de la nebulosa, se desarrollaba en ella una creciente fuerza centrífuga. Las partículas que quedaron fuera del núcleo de condensación se reunieron en zonas concéntricas, formando anillos alrededor del sol. Estos, al enfriarse de un modo desigual, se condensaron irregularmente, rompiéndose en *fragmentos* que siguieron dotados del mismo movimiento primitivo; esos fragmentos son los planetas. Tanto el sol como ellos se convirtieron en masas incandescentes, a causa de la condensación, de modo que nuestra tierra y los demás planetas fueron, en su origen, soles tan brillantes como el que nos alumbra. A pesar de que la teoría de Laplace explica una gran cantidad de fenómenos, ha sido rectificada modernamente debido a que algunas nuevas observaciones no caen dentro de ella y quedan sin comprobación. Desde luego, las órbitas de los planetas no se mueven en un mismo plano; los satélites de Saturno giran de Este a Oeste, debiendo ser lo contrario, según Laplace; y los planetoides que se hallan entre Marte y Júpiter, se mueven en planos muy distintos al de los planetas.

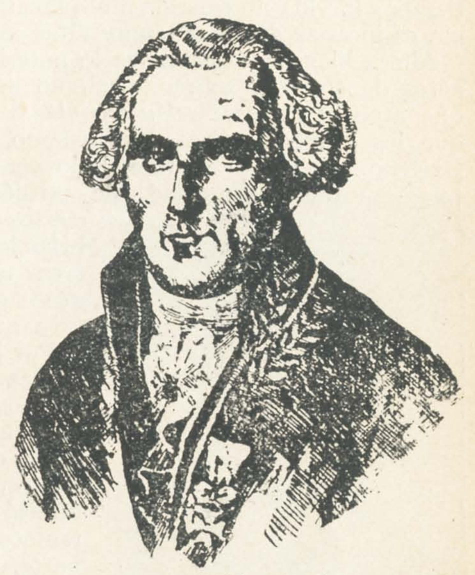


Fig. 33.—LAPLACE (1749-1827), autor de una interesante teoría acerca del origen y formación de nuestro planeta.

Frente a la teoría de Laplace se ha levantado otra que pretende que la tierra y los astros en general se han formado por una acumulación de meteoritos, que, al chocar entre sí,

se fundieron y mezclaron, constituyendo cuerpos cada vez mayores.

B.—*La vida en la tierra.*—Si se aceptan las teorías expuestas anteriormente acerca de cómo se formó la Tierra, es claro que tenemos que admitir que en aquelllos remotos tiempos la vida no existió en el planeta, ya que el protoplasma es incapaz de resistir muy altas temperaturas.

Ahora bien, si desechamos lo anterior, como también los actos de creación sobrenatural, no nos queda otro recurso que aceptar la *generación espontánea* o equívoca, esto es, que los elementos llamados Carbono, Nitrógeno Hidrógeno, Oxígeno, Azufre y Fósforo, bajo condiciones favorables de temperatura, de humedad, de presión y en presencia de ciertos cuerpos catalíticos, habrían logrado combinarse para crear una substancia albuminosa, coloidal, que no sería otra que el protoplasma.

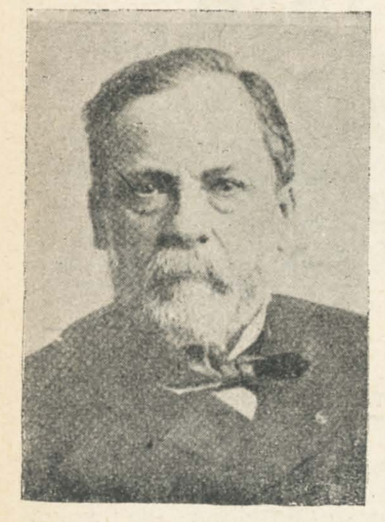


Fig. 34.—Luis Pasteur (1822-1895) que dió el golpe de gracia a la teoría de la Generación Espontánea.

Por lo demás, si esto no se realiza actualmente en la naturaleza, ello puede ser debido, quizás, a que las condiciones de ahora en el planeta, son muy distintas a las que ofreció en aquellos precisos remotos tiempos. Por otra parte, debemos recordar que la hipótesis de la generación espontánea fué derribada por notables naturalistas de los siglos XVII y XVIII, (Fig. 34) cuando proclamaron aquello de «*Omne vivum ex ovo*», pero esto no opta para que la ciencia se cruce de brazos ante el problema de la síntesis orgánica, que hoy más que nunca, preocupa grandemente a los investigadores modernos. Baste recordar tan sólo las experiencias realizadas por Wöhler en 1828 y en seguida por el gran químico Berthelot que rompieron el encanto que encerraba la teoría de la «fuerza vital».

Investigaciones recientes llevadas a cabo con todo éxito en este campo de la experiencia científica, permiten augurar un porvenir bien satisfactorio y a no largo plazo. Kossel ha obtenido, en efecto, productos perfectamente puros, substancias químicas que se pueden considerar como las más simples de las materias albuminoides, calificadas como verdaderas «albúminas embrionales», porque son, por así decirlo, los embriones de individuos químicos más complicados, (Fig. 35).

En consecuencia, la síntesis de las materias proteicas más elevadas, como son las *protaminas*, bien podrá ser mañana una valiosa adquisición, así como la de las substancias albuminoides más complejas que de ningún modo puede constituir una imposibilidad de lo porvenir.

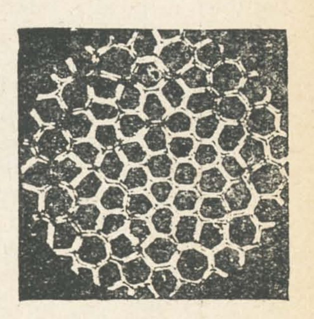


Fig. 35.—Estructura orgánica obtenida artificialmente por Leduc.

Refiriéndose a este interesante asunto, el doctor Anglas, de la Facultad de Ciencias de París, se expresa más o menos en estos términos: «La acción de las diastasas, o lo que es igual, la catálisis, es el origen de todos los fenómenos vitales. Las síntesis orgánicas más complejas son realizables por los procedimientos químicos ordinarios. Por la combinación de esos diversos fenómenos, podemos concebir cómo apareció la vida en nuestro globo. Esta síntesis ha debido hacerse en el seno de una substancia coloidal que ha servido de elemento activador a los catalizadores. En seguida se han producido adiciones y absorciones que han tomado energías del medio, energías que han venido a ser propiedad del ser vivo que esbozaba así su incipiente personalidad. Estos catalizadores, denominados *bioelementos*, no serían otros que el C, el N, el O, el H, el P, el S, el Mn, el Fe y otros que tienen características y funciones propias. De este modo podemos concebir que antes de que la vida hubiese aparecido sobre la tierra, las sales de hierro, en presencia del gas carbónico y del agua, han captado ya la energía solar y comenzado las primeras síntesis. Cuando el nitrógeno se presentó a su vez en combinaciones, nuevos catalizadores, las dias-

tasas, entraron en acción. La vida se organizó, entonces, progresivamente, realizándose, en primer término, las formas primitivas, las cuales, según Osborn, no se hicieron presente en las aguas de los océanos, por cuanto el nitrógeno es muy escaso en las aguas marinas. Su origen estaría más bien en las tierras húmedas o en las aguas continentales.»

Concluye el profesor Anglas diciendo que su idea acerca del origen de la vida, no pretende revelar su naturaleza íntima ni la de los fenómenos físico-químicos que la condicionan: él es sólo un informador, y las informaciones son respetables a nuestra inteligencia.

C.—*La Paleontología.*—La Paleontología es la ciencia que trata de la descripción de los seres organizados que han vivido en las épocas geológicas, de sus relaciones mutuas en el espacio y en el tiempo y de las causas que las han motivado. Cuando trata de los seres organizados del mundo de las plantas toma el nombre de *Paleontología vegetal* o *Paleobotánica*, y cuando se refiere a los animales recibe el nombre de *Paleozoología*, o simplemente, *Paleontología*, según regla sancionada por la costumbre.

Como rama que es de la Historia Natural, la Paleontología tiene que ver con las cuestiones relativas a las faunas y floras que existieron sobre la tierra, pasando revista a sus caracteres, clasificación, condiciones de existencia, distribución geográfica y geológica, abordando, por último, y como corolario de todo esto, el estudio del gran problema del desarrollo de los seres sobre el planeta. Los materiales para estas investigaciones son los *fósiles*, que, no obstante lo incompleto de tales documentos, permiten, en virtud de la ley de correlación, reconocer si los restos fósiles enterrados en un estrato pertenecieron a animales terrestres o acuáticos, y en este último caso si eran aguas dulces o saladas las que habitaron, y la asociación de tales organismos y sus condiciones de yacimiento demuestra si se trata de una fauna litoral o abis l, y si el clima de aquella época era tropical, templado o glacial.

Es claro que este trabajo es difícil, más aún si se toma en cuenta el hecho de que muchos tipos de animales y plantas no son susceptibles de conservarse en estado fósil, o bien que fueron sumamente raros, o se encontraron separados por tan grandes intervalos de tiempo, que sus restos no nos prestan prácticamente auxilio alguno en nuestras indaga-

ciones. Es sobre todo lamentable que muchos de los tipos perdidos o casi perdidos, son, precisamente, los que serían más útiles en la investigación.

Pero, para que un organismo se conserve y pueda ser descubierto, es indispensable que haya sido bastante común y abundante cuando vivo, y esta es, probablemente, la razón por la que el comienzo de muchas series geológicas tengan que perderse en la obscuridad de los tiempos.

En segundo lugar, de las innumerables formas fósiles que se conocen, la mayor parte está conservada en mal estado y la interpretación de estos restos es con frecuencia difícil. De todas maneras, la Paleontología se propone establecer la filogenia de ellas, y las modernas investigaciones dicen que, efectivamente, se han sucedido en la tierra los tipos animales y vegetales en el orden requerido por el principio fundamental del desarrollo. Así, los Reptiles han antecedido a los Mamíferos, los Peces a los Anfibios, las Gimnospermas a las Angiospermas, etc.

Del mismo modo se suceden en orden geológico los antepasados de los Peces: primero aparecen las especies de cola *dificerca*, en las cuales la columna vertebral sigue hasta la extremidad la dirección del eje del cuerpo y se forma una aleta caudal simétrica, constituída por un solo lóbulo, como sucede en los Ciclóstomos.

Siguen después los *heterocercos* en los que la aleta caudal aparece formada por dos lóbulos y entonces el extremo de la columna vertebral puede desviarse dorsalmente, resultando el lóbulo superior más grande, como sucede en los Selacios y Ganoideos.

Por último tenemos los peces *homocercos* que se encuentran vivos en los mares actuales, y cuya columna vertebral presenta también una curvatura hacia la parte dorsal; pero los rayos de la aleta caudal tienen una longitud tal, que la cola aparece simétrica exteriormente o dividida en dos lóbulos iguales (Teleósteos).

Puede decirse que la historia de la vida, tanto animal como vegetal, es una historia de progreso y diferenciación, de avance continuado a través de millones de años hacia las condiciones modernas partiendo de remotísimos orígenes que fueron esencialmente diferentes en sus caracteres.

Esta historia es por si misma un notable testimonio en favor de la Ley Evolutiva, y este testimonio adquiere mayor

fuerza cuando el material de que se dispone permite un estudio minucioso de la genealogía de algún grupo determinado.

Si despreciando los detalles, observamos el grande y siempre variado desfile de la vida tal como está registrado en las rocas, la impresión que inmediatamente se recibe es la de un constante, aunque no siempre uniforme, adelanto y progreso desde los tiempos más antiguos.

D.—*Los fósiles*.—El concepto de fósil ha cambiado a medida que la ciencia ha ido progresando, y aún hoy día no todos los paleontólogos lo comprenden del mismo modo. Antiguamente se llamaba fósil a toda substancia que provenía del interior de la tierra. Desde Linneo se ha restringido el concepto de fósil a todo cuerpo o vestigio de ser orgánico enterrado de un modo natural en las capas terrestres, y que se encuentra hoy fuera de las condiciones normales de existencia. Según esto, constituye un fósil todo cuerpo orgánico mineralizado o semi-mineralizado, así como toda huella de animal o vegetal impresa en un terreno en épocas geológicas distintas de la actual.

Respecto a los seres orgánicos que por yacimiento natural en un terreno hayan constituído fósiles, se advierte que la substancia orgánica primitiva ha experimentado una transformación profunda, cambiándose en materia mineral, conservándose sólo la forma y algunas circunstancias de la estructura, por la cual se viene en conocimiento de la naturaleza del fósil.

Por lo demás, es raro que se conserven de este modo animales y vegetales enteros; lo general es que sólo se encuentren fragmentos. De los animales lo mejor que se conserva son las conchas, huesos, dientes, plumas y escamas; de los vegetales, los tallos, hojas y raíces.

Los antiguos creyeron que los fósiles orgánicos eran juegos o caprichos de la naturaleza (ludus naturae), siendo el célebre pintor Leonardo de Vinci y el alfarero Bernardo de Palissy, los primeros que, en el siglo XVI, indicaron su origen orgánico, pues las indicaciones de Xenófanes, el fundador de la escuela eleática, fueron muy vagas y no llegaron a tomarse en cuenta.

Admitido y comprobado en los tiempos sucesivos el origen orgánico de los fósiles, se creyó después que las especies de que procedían eran idénticas a las actuales, pero los trabajos de los paleontólogos de este siglo han demostrado que la

mayor parte de los animales y vegetales fósiles son distintos específicamente de los actuales. De estos organismos fósiles debemos distinguir tres categorías: los *fósiles*, propiamente dichos, los *petrefactos* que son las partes blandas del animal que fueron substituídas por partículas sólidas, y las *impresiones* o moldes (Figs. 36 y 37).



Fig. 36.--Mosquito fosilizado en un trozo de ámbar procedente de la era terciaria.

E.—*Diversas clases de rocas.*—La primera clasificación que es dado establecer en las rocas estriba en su origen o modo de formación. Unas proceden de la pirosfera y deben su origen al fuego, recibiendo por esto la denominación de *rocas ígneas o plutónicas*. Otras derivan de las precedentes que han sido removidas, trituradas y arrastradas para depositarse en el fondo de las aguas y formar allí las llamadas *rocas sedimentarias*, apellidadas también *ácueas o neptunianas*.

Hay, además, una tercera categoría de rocas, llamadas *metamórficas*, que también son sedimentarias, pero que han experimentado en su textura una erupción de la materia ígnea.

Aunque las tres categorías de rocas entrañan indiscutible interés desde el punto de vista geológico, se comprende fácilmente que la segunda lo reviste excepcional, en atención a que ofrece el gran interés científico de conservar innumerables fósiles, cuyas edades pueden ser referidas a cuatro grandes eras paleontológicas, y cuyo orden de sucesión en el tiempo, es esencial para comprender el enorme cúmulo de hechos que ya han sido reunidos con el fin de hacer una determinación aproximada de la cronología relativa de las rocas y fósiles —que llegan a unas 95 mil—en la diversas regiones y continentes, determinación que es de la mayor importancia, como lo veremos en seguida.

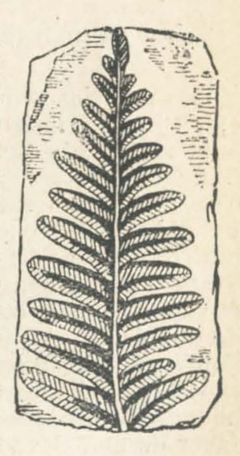


Fig. 37.—Helecho del carbonífero.

F.—*Las edades de la tierra.*—Para de-

terminar la edad relativa de las distintas capas terrestres, no basta el examen de las rocas y terrenos, pues hoy mismo, a nuestra vista, continúan formándose nuevos terrenos que ofrecen características parecidas a ciertos depósitos muy antiguos. De esta suerte, y a fin de determinar la edad de esas capas, los geólogos tienen en cuenta el orden en que se suceden y los fósiles que en ellas se encuentran.

Sabiendo en qué consiste el fenómeno de la sedimentación, parece evidente que los terrenos más profundos han de ser los más antiguos.

Basándose en estos y en otros motivos, los geólogos han dividido la historia de la tierra en cinco grandes eras o edades:

1.ª Arqueozoica o Primordial.
2.ª Paleozoica o Primaria.
3.ª Mesozoica o Secundaria.
4.ª Cenozoica o Terciaria.
5.ª Pleistocénica o Cuartaria.

Analicemos brevemente cada una de estas secciones y veamos hasta qué punto los estudios geológicos nos dan la clave filogenética de los seres ya desaparecidos.

Edad Arqueozoica o Primordial.

Dos períodos comprende esta era: el *Arcaico* y el *Algónquico*. En el primero, el planeta ofrece sus materiales en un marcado estado de fluidez o de pastosidad. La atmósfera contenía materias gaseosas que no podían solidificarse por efecto de la elevada temperatura de la materia incandescente. Más tarde, cuando los progresos del enfriamiento permitieron la consolidación del suelo primordial y éste se enfrió hasta llegar a una temperatura próxima a la de ebullición, el vapor de agua comenzó a condensarse en las alturas, quedó establecido el primer régimen de las lluvias, y el elemento líquido se extendió como un océano universal sobre toda la superficie del globo. Las condiciones físicas del medio, la abundancia de sales disueltas en el seno del gran océano a favor de una elevada temperatura, y los movimientos y dislocaciones del primitivo suelo, hacen comprender lo tumultuoso de aquellos mares y la enérgica acción química y mecánica que debieron ejercer sobre su fondo, motivando la

formación de nuevas rocas, especialmente sedimentarias, que se depositaron sobre las ya existentes.

En el período *algónquico*, los movimientos de la corteza fueron en algunos puntos del globo de bastante amplitud en el sentido vertical quedando al descubierto los pliegues dislocados del terreno, y comenzando a existir, desde aquel momento, la tierra firme, con marcado carácter insular. El espesor de la corteza era ya muy considerable y la temperatura había descendido notablemente, resultando, en suma, un conjunto de condiciones físicas en el medio ambiente líquido y gaseoso, que bien pudiera considerarse como el preludio de los que se han transmitido hasta la edad presente, en que el reino orgánico ha llegado a su apogeo.

Edad Paleozoica o Primaria.

Idea general.—La edad Paleozoica (de *palaios*, antiguo y *zoon*, animal), se caracteriza por lo arcaico de sus tipos de animales y plantas que aparecen por primera vez y cuyas formas difieren profundamente de las que afectan los seres actuales. Gran incremento alcanzaron entre los animales algunos representantes de los Foraminíferos, Celenterados, Equinodermos, y muy principalmente, los llamados *Trilobites* o Artrópodos branquiados que, junto con el grupo de los *Peces*, caracterizan muy bien la fauna paleozoica.

Por lo que respecta a las plantas, puede decirse que adquiere extraordinaria expansión el grupo de las *Teridófitas*, ya que de las *Fanerógamas*, o plantas de flor, en el sentido corriente del vocablo, no había ni indicio, como tampoco de los Mamíferos y de las Aves. Pero existía sí, un grupo interesante de plantas, el de las *Cicadofilicales*, grupo carbonífero que enlaza las *Cicadáceas* con las *Filicinas*, quedando salvado, de esta suerte, el abismo que pudiera existir entre las *Criptógamas* y las *Fanerógamas*.

Con razón esta Edad ha sido llamada *Edad de los Peces y de las Teridófitas*

Estudio particular.—Cinco períodos comprende esta era: el *cámbrico*, el *silúrico*, el *devónico*, el *carbónico* y el *pérmico*.

a) *Período cámbrico.*—Los terrenos de este período están formados a base de arenisca, arcilla y calizas entre las cuales han sido hallados abundantes fósiles, predominando por

su tamaño y variedad un Artrópodo branquiado o Crustáceo, el *Trilobites* (Fig. 38) con el cuerpo dividido en tres lóbulos: la cabeza o cefalotórax, el tórax o abdomen y la cola o pigidio.

b) *Período silúrico.*—Deriva su nombre del antiguo país de los siluros, en Inglaterra.

Durante este período la vida se acentúa. En el seno de las aguas pulula una gran variedad de seres. Entre las plantas aparecen ciertas algas marinas del grupo de los *Fucoides*. Entre los animales merecen citarse los *Grafolitos*, que eran especies de pólipos que vivían en colonias.

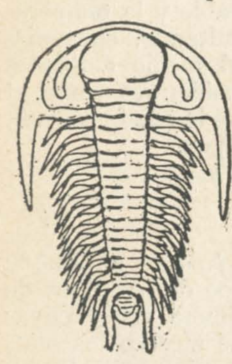


Fig. 38.—El *trilobites*, crustáneo que adquirió gran desarrollo en el período cámbrico y que desaparece totalmente al final de la era primaria.

Los minerales característicos son las pizarras grises y azuladas.

c) *Período devónico.*—Deriva su nombre de Devonshire, en Inglaterra. Las rocas de este período son las calizas. En las tierras emergidas prosperan las *Criptógamas* y la vida animal deja de ser preponderantemente marina. Algunas especies desaparecen y vienen otras a dar nacimiento al grupo de los Vertebrados con los *Peces* y los *Batracios*. Los Peces están representados por el grupo de los *Ganoídeos* o peces acorazados y heterocercos entre los que debemos mencionar el *Dípterus* con branquias o pulmones, aproximándose por esto a los Anfibios.

d) *Período carbónico.*—Llamado así por la inmensa cantidad de carbón mineral o hulla que sus depósitos contienen. Parece que los terrenos devónicos emergieron y la tierra se cubrió de exuberante vegetación predominando los grandes helechos de hasta 20 metros de altura; las *Licopodinas* representadas por las colosales especies de *Lepidodendron* y las *Sigilarias* que se alzaban como un fuste de columna sin ramificarse hasta alcanzar una altura de 20 a 40 metros. Las *Calamitas* eran verdaderas cañas gigantes, así como las *Anularias* eran elegantes plantas acuáticas (Fig. 39).

La fauna de este período está representada por el grupo de los *Insectos* que tenían a veces una envergadura de seten-

ta centímetros, distinguiéndose las libélulas gigantes, las langostas y las cigarras.

En los terrenos pantanosos abundaron las grandes salamandras.

Por lo que hace al clima, parece que este fué siempre uniforme, sin estaciones, lo que se revela por el estudio de los troncos de los vegetales de este período que carecen de las capas concéntricas leñosas indicadoras de los cambios de estación.

e) *Período pérmico.*—Puede decirse que este período es de transición entre el anterior y la era Mesozoica.

No hay Aves ni Mamíferos, pero hacen su aparición los primeros Reptiles que tan desmesurado desarrollo debían alcanzar en la era siguiente.



Fig. 39.—Un bosque del período carbonífero.

Edad Mesozoica o Secundaria.

Idea general.—La Edad Mesozoica (de *mesos*, medio) se distingue porque los tipos de animales y de plantas que le son peculiares, aparecen en su conjunto como un promedio entre las formas arcaicas de la era Primaria y las de las épo-

cas geológicas más recientes. Desde el punto de vista paleontológico, la era Secundaria se caracteriza por la aparición de los *Mamíferos marsupiales*, de la *Aves*, de los *grandes Reptiles* y del interesante género *Ammonites*.

Entre los vegetales abundan las *Gimnospermas*, por lo que esta era ha sido llamada *Edad de las Gimnospermas y de los Reptiles*.

Estudio particular.—Comprende tres períodos: el *triásico*, el *jurásico* y el *cretáceo*.

a) *Período triásico.*—Contiene depósitos calizos y yesosos. Aparecen los *Reptiles nadadores* y *terrestres* llamados *saurios*, de sorprendente aspecto y gigantesca talla. Entre los primeros debemos mencionar el *Ictiosaurio* (del griego: *ichtus*, pez y *saurio*, lagarto) (Fig. 40), muy voraz, con mandíbulas



Fig. 40.—El *ictiosaurio* era un pez-lagarto que poseía poderosas mandíbulas.

poderosas y con los ojos del tamaño de la cabeza de un hombre; el *Plesiosaurio* (Fig. 41) y el *Mosasaurio* que respiraban por una especie de pulmones y que en tierra se movían con gran lentitud.

Los saurios terrestres eran mucho mayores, de 10 a 40 metros, entre los cuales deben ser mencionados el *Iguanodonte*, el *Atlantosaurio*, el *Diplodocus*, el *Dinosaurio* (Fig. 42) y el *Triceratops;* este último con tres prominencias en la cabeza (Fig. 43).

El Iguanodonte era parecido al canguro por su tendencia a sentarse en las extremidades traseras; medía unos 20 metros de longitud y 6 de altura; la cabeza era relativamente chica, y su dentadura acusaba un régimen vegetariano de alimentación.

Pero el mayor de todos estos monstruos era, sin duda, el *Atlantosaurio* que alcanzaba de 35 a 40 metros de longitud. Las fig. 44 y 45 dan una idea de lo que eran estos monstruos colosales.

En la fauna acuática se desarrollan espléndidamente los Moluscos Cefalópodos apellidados *Ammonites* que llegan a adquirir gran desenvoltura en el período siguiente. En la

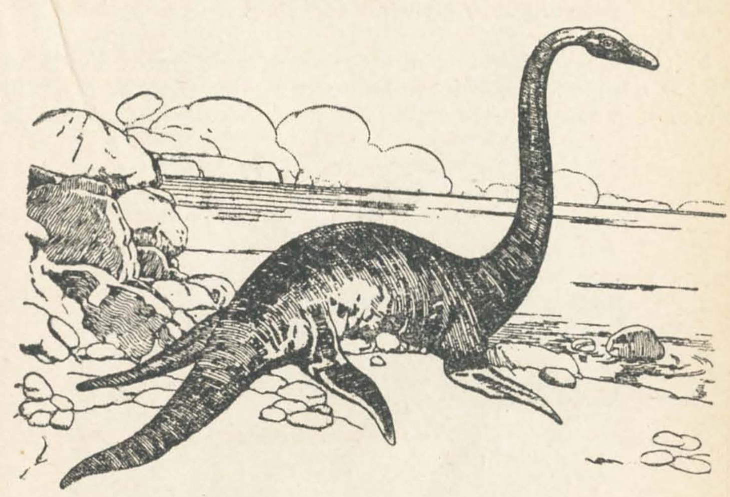


Fig. 41.—El *plesiosaurio* era el monstruo más elegante de su época. Poseía una cola de lagarto, un cuello de cisne y sus aletas se parecían a las de las focas actuales.

actualidad este grupo está representado por el *Nautilus*, propio de los océanos Pacífico e Indico (Fig. 46).

Los ammonites se arrastraban en el fondo de las aguas y sus restos han sido encontrados en los sedimentos marinos. En 1895, en la localidad de Ludingshausen (Westfalia) fué hallado un ejemplar de ammonites fósil, que tenía un diámetro de 2,25 metros y un peso de 3.500 kilógramos (Fig. 47).



Fig. 42.—El *dinosaurio* alcanzaba unos 20 m. de longitud.

Durante este período hacen también su aparición los primeros *Mamíferos marsupiales* que ofrecen gran semejanza con los Reptiles.

Por lo que respecta a los

Anfibios primarios, se puede decir que se continúan en este período aproximándose también a los Reptiles.

El reino vegetal alcanza gran predominio con las *Gimnospermas*, predominando en gran forma el grupo de las *Cicadíneas*.

b) *Período jurásico.*—En este período se entra de lleno en los tiempos mesozoicos. Durante su transcurso, el suelo ofrece una mayor estabilidad; el mar invade lentamente la

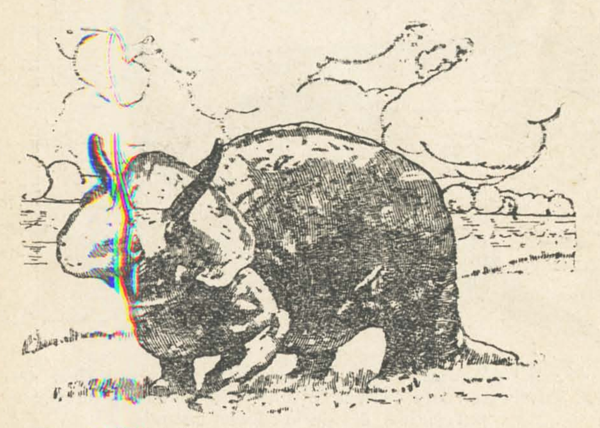


Fig. 43.—El *triceratops*, monstruo enorme que poseía tres cuernos en la cabeza y alcanzaba una longitud de 12 m.

tierra firme y la sedimentación se opera en el seno de las aguas, en cuyo fondo se depositan abundantes detritus que originan potentes bancos de caliza.

Continúan desarrollándose los mamíferos marsupiales y adquieren gran desarrollo los ammonites. Al mismo tiempo hacen su aparición los *Reptiles voladores* (Fi. 48) que se distinguen por la extraordinaria prolongación del hueso externo del miembro anterior, para sostener alas membranosas. Notables fueron los géneros *Pterodáctilo* (Fig. 49) y *Ranforinco* (Fig. 50) con cuerpo de reptil y alas de murciélago que dejaban libre una parte de los dedos para agarrarse a los árboles y trepar. Las mandíbulas prolongadas en forma de pico de aves estaban provistas de dientes. Su tamaño podía compararse al del cuervo marino.

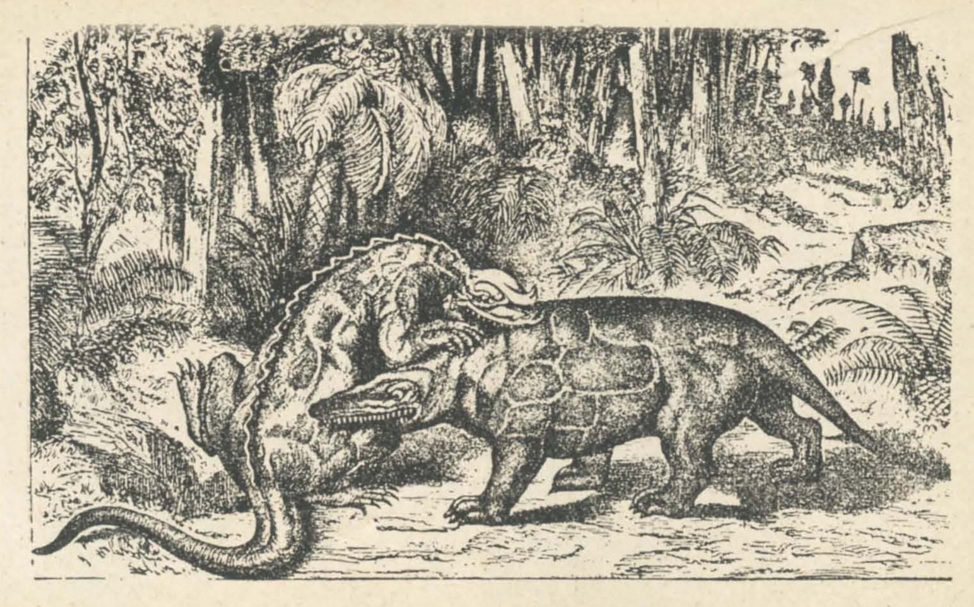


Fig. 44.—Lucha entre *dinosaurios*

Fig. 45.—Lucha de *plesiosaurios* contra un *ictiosaurio*. En primer término un cadáver de *ictiosaurio* al que devoran unos *pterosaurios* (Pterodactylus).

c) *Período cretáceo.*—Así llamado por la preponderancia que adquiere la caliza de grano fino llamada *creta*.

Distínguese este período por la aparición de las primeras plantas *Dicotiledóneas angiospermas*, de follaje caduco, lo cual implica la existencia de estaciones más o menos acentuadas en el transcurso del año.



Fig. 46.—El *nautilus*, del período triásico, poseía tentáculos alrededor de la cabeza. Su concha estaba dividida interiormente en varios compartimentos.

Pero lo más notable en este período es la aparición de las primeras *Aves* que en un todo se aproximan a los Reptiles, constituyendo el grupo de los *Odontornites* o aves con dientes.

El tipo que ha servido para la creación de este grupo, el *Archaeoptheryx lithographica* (de *arkaios*, antiguo, y *pteron*, ala) difiere completamente de todos los tipos conocidos de esta cla-

se, y ha sido hallado en las calizas litográficas de Solenhofen (Baviera). Es un ave, cuyo pico provisto de dientes, más bien parece la boca puntiaguda de un reptil (Fig. 51).

Los huesos no son huecos como ocurre en las aves. La cola se compone de veinte vértebras movibles.

Aunque evidentemente ave, el Archaeopteryx conserva

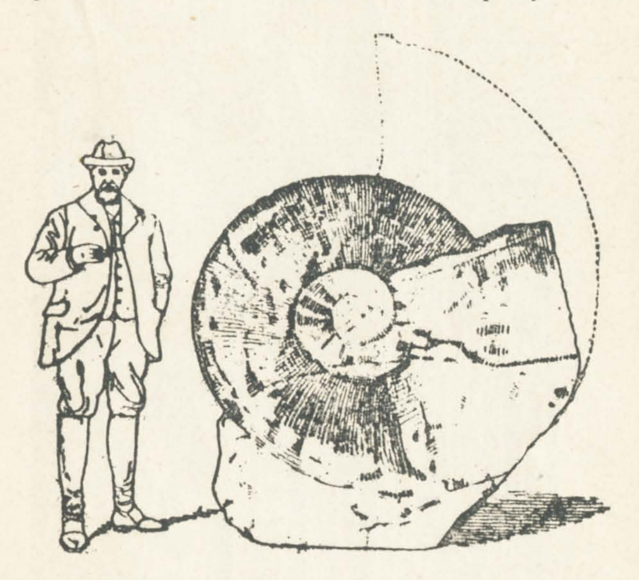


Fig. 47.—Enorme ejemplar de *Ammonites* hallado en Westfalia. Mide 2,55 m. de diámetro y pesa 3,500 kg.

todavía muchos caracteres de sus antepasados los Reptiles, caracteres que no reaparecen en ninguna ave existente o que lo hacen sólo como caracteres transitorios en el curso del desarrollo embrionario.

Edad Cenozoica o Terciaria.

Idea general.—El carácter distintivo de la era *Cenozoica* (de *kainos*, reciente), consiste principalmente en el alto gra-



Fig. 48.—Un supuesto paisaje del jurásico superior con *Archaeopteryx* (trepando por el tronco de un árbol), *Pteranodon* (en el centro de la lámina), *Pterodactylus* (debajo del anterior) y Rhamphorhynchus (en primer término a la izquierda).

do de desarrollo que alcanzan los *Mamíferos* y las *Angiospermas*.

Los peces Ganoídeos y los Cefalópodos tetrabranquios, son reemplazados por los peces *Teleósteos* y los *Cefalópodos dibranquios*, respectivamente.

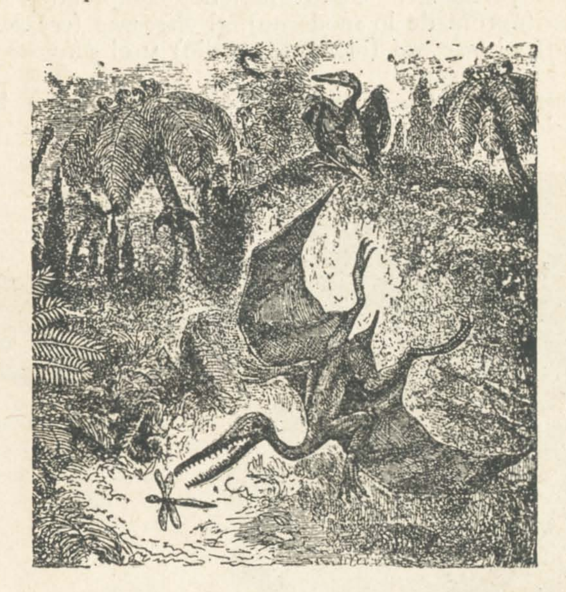


Fig. 49.—Una reconstrucción de *Pterodactylus*.



Fig. 50.—Reconstrucción de *Rhamphorhynchus*

La flora pierde poco a poco su característico sello tropical que había conservado hasta ahora, y el conjunto de los seres organizados revela una modificación sensible, cada vez más acentuada a las condiciones biológicas del globo.

Estudio particular.—Cuatro períodos comprende esta era: el *eoceno* (aurora de lo moderno), el *oligoceno* (escasez de lo moderno), el *mioceno* (moderno medio) y el *plioceno* (plenitud de lo moderno).

a) *Período eoceno.*—Con este período se inician las formas zoológicas y botánicas actuales.



Fig. 51.—*Archaeoptheryx lithographica.* A la derecha el animal restaurado.

Los terrenos calizos contienen gran cantidad de fósiles denominados *Nummulites*, con concha de variados tamaños y compartimentos interiores.

Abundan también los *Paquidermos ordinarios*, como el *Paleoterio* (Fig. 52) que ofrece semejanza con el rinoceronte y el caballo, y otros, cuyos representantes actuales son los hipopótamos, rinocerontes y jabalíes.

b) *Período oligoceno.*— Se extingue el paleoterio y los nummulites son muchos más pequeños; pero adquieren gran importancia los *Artrópodos* (Insectos y *Arácnidos*). Las Aves

continúan desarrollándose y adquieren gran semejanza con las actuales.

c) *Período mioceno.*—Se forman en este período las grandes cadenas montañosas. La flora se enriquece con el apareci-

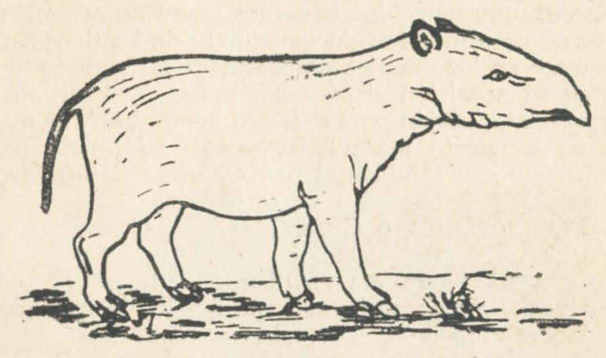


Fig. 52.—*Paleoterio magnum.*

miento de las *Gramíneas;* los Mamíferos alcanzan su mayor desarrollo con el grupo de los *Proboscídeos*, cuyos primeros representantes son el *Mastodonte* y el *Dinoterio*, animales de gran tamaño, con proboscis y defensas en las mandíbulas.

Aparece también el *Hipaiión* (Fig. 53) considerado como



Fig. 53.—El *hiparión*, que abundó en el mioceno y considerado como el antecesor del caballo.

el antecesor del caballo. Los rumiantes aumentan considerablemente y surgen los primeros monos llamados *Antropomorfos*.

d) *Período plioceno.*—Durante este período la tierra ofrece un aspecto muy parecido al actual, como asimismo su flora y fauna que continúan evolucionando hacia los tipos actuales. Desaparecen los grandes proboscídeos del período anterior haciendo su aparición el género *Elephas*. Del mismo modo se extingue el hiparión para dejar su lugar al *caballo* que presenta un esqueleto maravillosamente conformado para la carrera. Aparecen también el perro y otros *Carnívoros*.

Edad Pleistocénica o Cuartaria.

Idea general.—Esta era se distingue de las precedentes por un hecho de excepcional importancia: la aparición del *hombre* sobre el globo.

Aun cuando esta era comprende un solo período, el *Pleistoceno*, sin embargo, para facilitar su estudio lo hemos dividido, aunque de un modo bastante artificial, en dos períodos: el *Paleolítico* o de la piedra tallada y el *Neolítico* o de la piedra pulimentada.

Estudio particular.—*a*) *Período paleolítico.*—Grandes trastornos climatéricos ocurrieron en este tiempo debidos, principalmente, a la acción de los llamados fenómenos de *glaciarismo* que comenzaron al final del plioceno y se continuaron en el pleistoceno.

Otro factor muy importante en el complejo producto de las formaciones cuaternarias lo constituyen los *aluviones pleistocénicos* que han dejado en el terreno las huellas de su carácter petrográfico y paleontológico. Estos terrenos han recibido el nombre de *diluvium*, pues denotan un origen diluvial o ser el resultado de grandes lluvias torrenciales y extraordinarias.

Entre los fósiles más característicos de estos depósitos figuran: el gran elefante o *mamut* (*Elephas primigenius*) (Fig. 54 y 55), *Rhinoceros tichorinus*, *Bos primigenius*, *Megaceros hibernicus* y *Ursus spelaeus*.

Los restos del gran elefante se presentan con tal profusión en algunas partes, que con razón ha merecido este momento geológico denominarse *Edad del mamut*.

El hombre ha dejado también en el *diluvium* trazas ine-

quívocas de su contemporaneidad con este depósito, en cuyo seno se han encontrado pedernales o sílex tallados de diversos modos (Fig. 56).

De este período son también el Gliptodonte, enorme Desdentado de forma de tortuga que medía dos y medio metros; el *Megaterio*, animal de cuerpo maciso encontrado en los depósitos de limo en la República Argentina y la *Dinordis*, ave gigante de unos tres y medio metros de altura.

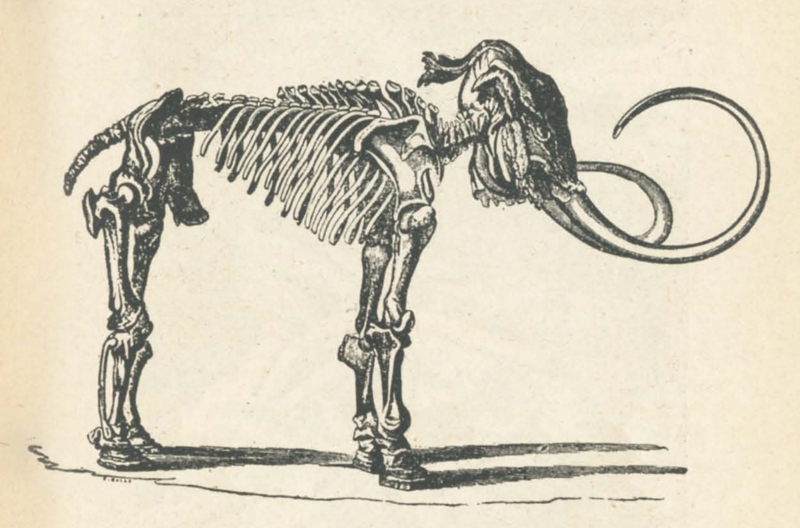


Fig. 54.—Esqueleto de *Elephas primigenius*

Para explicar los fenómenos de glaciarismo antes expuestos, se han dado diversas teorías, las cuales no son del todo satisfactorias. He aquí las más socorridas: 1) una modificación en el eje de la tierra que hizo que los polos ocuparan el centro de Europa; 2) un cambio en el brillo y diámetro del sol; 3) una desviación en la órbita de la tierra; 4) la desigual producción de las manchas solares.

b) *Período neolítico.*—Comprende este período todos los depósitos, regularmente estratificados o no, que se formaron en este tiempo y que continúan formándose en la actualidad.

El ciervo de amplios cuernos (*Cervus megacerus*) substituye al reno que en el período anterior se hallaba en el sur de

Europa, y el hombre domestica ya muchos animales, tales como el caballo, el perro y el buey.

Nada tendría que añadirse a esta breve reseña de los tiempos prehistóricos, si no fuera que el propio estudio de este asun-



Fig. 55.—Dientes y huesos de *mammut*, desenterrados cerca de Canstatt.

to nos conduce lógicamente a ilustrar una cuestión de la mayor importancia, y es la que se refiere a la antigüedad del hombre, asunto que abordaremos en el capítulo siguiente.

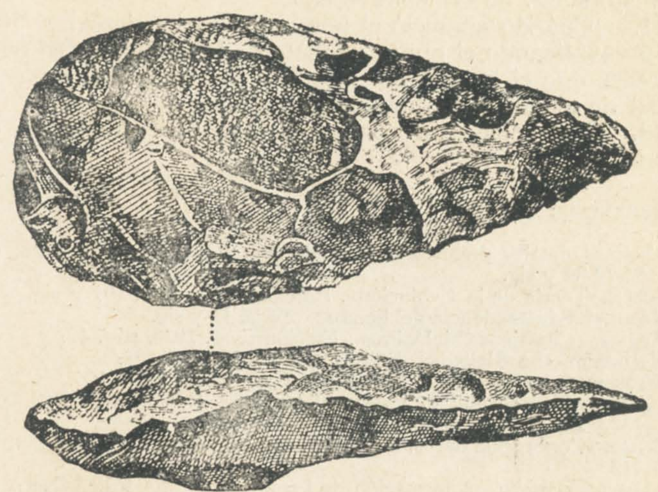


Fig. 56.—Hacha de *sílex*, vista de frente y de perfil (era paleolítica)

PROBLEMAS Y CUESTIONES.

1.—Explique el significado de los términos: Paleontología, Paleozología y Paleogeografía.

2.—¿Es correcto hablar de la teoría cósmica de Kant-Laplace? ¿Qué razones daría Ud. para sostener o rechazar esta proposición?

3.—¿Por qué razón la primera edad orgánica de la tierra no se corresponde con la primera geológica de la misma?

4.—¿Cuándo apareció la vida en la tierra?

5.—¿En qué consiste la abiogénesis?

6.—Haga un esquema y explique la substancia coloidal.

7.—¿Qué llama Ud. movimientos brownianos?

8.—¿Qué son las improntas?

9.—Estudiando los fósiles de los seres ya desaparecidos ¿será posible evidenciar en ellos la existencia de ciertos instintos?

10.—Como trabajo extraordinario haga un resumen de

uno de los capítulos que vienen en la obra «Los animales prehistóricos», de Othenio Abel.

11.—¿Cuándo apareció el hombre sobre la tierra?

12.—Aplicando el punto de vista de la evolución, se puede sostener que el hombre de nuestros días posee mayor capacidad de asimilación que su antepasado?

13.—Confeccione un cuadro esquemático ideal sobre las edades de la tierra.

Referencias:

Abel, «Animales prehistóricos». Colección Labor. Edición 1928, pág. 56-79-89 y sig.

Scott, «Teoría de la Evolución». Edición 1920, págs. 101 y sig.

Reed, «La descendencia del hombre». págs. 11 y sig.

Anglas, «Cuestiones biológicas». Edición Cast. 1926, pág. 42.

Kollmann, «La Biología». Edic. Cast. 1927, pág. 158.

Strasburger, «Botánica». 15.ª Edic. Cast. 1923, pág. 196.

Landerer, «Geología y Paleontología». 3.ª Edic. Cast. 1919, págs. 132 y sig.

Busse, «Concepción del Universo». Colección Labor. 2.ª Edición, pág. 112.

Moreux, «Origen y formación de los mundos». 1.ª Edic. Cast., pág. 17, 29 y sig.

CUADRO SINOPTICO.

ERAS	PERIODOS	CARACTERISTICAS
ARQUEOZOICA o Primordial Sin vida.	ARCAICO	El planeta ofrece un marcado estado de fluidez. Los materiales, al estado gaseoso, no pueden solidificarse por efecto de la elevada temperatura.
	ALGONQUICO	Baja notablemente la temperatura; los elementos se han precipitado tomando cierta consistencia; aumenta el espesor de la corteza terrestre.
PALEOZOICA o Primaria Peces y Teridófitas.	CAMBRICO	En los terrenos de este período se han hallado los primeros fósiles, ej., el Trilobites.
	SILURICO	Se acentúa la vida: entre las plantas, los Fucoides; entre los animales, los Grafolitos.
	DEVONICO	Prosperan las Criptógamas y aparecen los Peces con el grupo Ganoídeos representado por Dipterus.
	CARBONICO	Adquiere gran incremento el grupo de las Licopodinas' La Fauna está representada por el grupo de los Insectos.
	PERMICO	Hacen su aparición los primeros Reptiles; pero no hay Aves ni Mamíferos.
MESOZOICA o Secundaria Reptiles y Gimnospermas.	TRIASICO	Aparecen los Reptiles terrestres y nadadores y los Moluscos Cefalópodos apellidados Ammonites, representados por Nautilus. Entre las plantas predominan las Gimnospermas.
	JURASICO	Desarróllanse los Reptiles voladores adquiriendo gran predominio los géneros Ranforinco y Pterodáctilo.
	CRETASICO	Hacen su aparición las Angiospermas y el grupo de las Aves con Archaeoptheryx que se aproxima a los Reptiles.
GENOZOICA o Terciaria Mamíferos y Angiospermas.	EOCENO	Los terrenos calizos de este período son ricos en fósiles denominados Nummulitos. Abundan los Paquidermos ordinarios como el Paleoterio.
	OLIGOCENO	Se extingue el Paleoterio. Gran desarrollo adquiere el grupo de los Artrópodos.
	MIOCENO	Hacen su aparición las Gramíneas. Los Mamíferos alcanzan gran desarrollo con los Proboscídeos. Aparece el Hiparión.
	PLIOCENO	Se extinguen los grandes Proboscídeos y predomina el género Elephas. Al término de este período desaparece también el Hiparión y aparece el caballo y el grupo de los Carnívoros.
PLEISTOCENICA o Cuartaria Edad del Hombre.	PALEOLITICO	Se producen los llamados fenómenos de glaciarismo. Aparece el Hombre. Los instrumentos que fabrica son toscos y groseros, (piedra tallada).
	NEOLITICO	Se observa mayor grado de perfección en los instrumentos que el hombre fabrica (piedra pulimentada). El ciervo substituye el reno y aumenta el número de los animales domésticos.

CAPITULO CUARTO

ESTUDIOS GENEALÓGICOS

1.— ANTIGÜEDAD DEL HOMBRE

Acaba de verse por el estudio que hemos hecho, que el terreno cuaternario es inmediatamente anterior al moderno, y como está demostrado que en los depósitos diluviales yacen los instrumentos fabricados por el hombre primitivo, lo cual prueba que fué contemporáneo de aquellos depósitos, forzoso es deducir que la aparición de la especie humana es anterior a los mismos y supone, por lo tanto, una gran antigüedad.

Combinando los datos proporcionados por los sílex, los esqueletos encontrados y los diversos yacimientos cuaternarios, es posible hacer, para mayor comodidad, una división en el período Paleolítico de la era Pleistocénica o Cuartaria, que es la que nos interesa en esta oportunidad, ya que en esos terrenos han sido halladas, como hemos dicho, las primeras huellas de nuestro antepasado, huellas que algunos autores hacen llegar al mismo Plioceno.

Desde luego, tres épocas asignaremos al período Paleolítico o Antiguo: *a*) *Pleistocena inferior*, chelense o achelense, en la cual se produjo una segunda invasión glacial seguida de clima suave; *b*) *Pleistocena media* o musteriana, de clima frío y húmedo, con una tercera invasión glacial, y *c*) *Pleistocena superior* o edad del Reno, con clima frío y seco.

1. Al *Pleistoceno inferior* pertenecen el maxilar encontrado en Mauer, *Heidelberg*, en 1907, (fig. 57) y los fragmentos de un cráneo y una mandíbula hallados en Piltdown en 1912.

El maxilar de Heidelberg, es notable por su semejanza al de los monos antropoides y sólo los dientes han hecho indentificarle con un maxilar humano. Pero a pesar de la primitivi-

dad anatómica de este hombre, los objetos encontrados a su alrededor hacen suponer que conocía al tallado del sílex y aun, según parece, el uso del fuego.

Por lo que respecta al hombre de Piltdown, puede decirse que este presenta mayores semejanzas con el hombre actual que las ofrecidas por el de Néanderthal, del Pleistoceno medio, de que hablaremos en seguida.

2. Los descubrimientos del *Pleistocenomedio* son mucho más numerosos. He aquí los más importantes: el cráneo de Gibraltar, el casquete craneano de Néanderthal; la mandíbula de Naulette; el esqueleto de Chappelle aux Saints; las osamentas de Crimea; el fragmento craneano de Tiberiades, en Galilea; el cráneo de niño en Gibraltar, y otros descubiertos recientemente, pero cuyos datos permanecen aún incompletos.

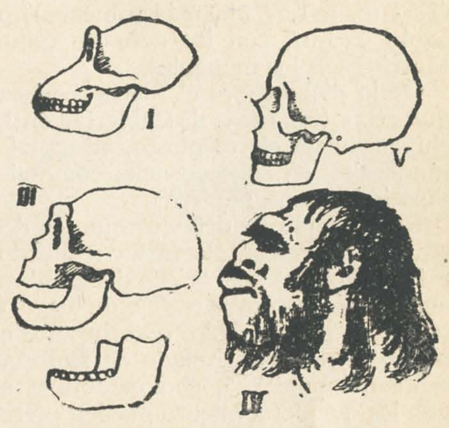


Fig. 57.—I. Cráneo de chimpancé. II. Mandíbula de Mauer (chelense). III. Hombre de la Chapelle aux Saints (musteriano). IV. Reconstrucción de este tipo. V. Cráneo de europeo.

Refiriéndose al hombre del Pleistoceno medio, el profesor Marcellin Boule, hace la siguiente descripción: «Cuerpo de talla pequeña, muy macizo, cabeza voluminosa. Indice cefálico mediano; cráneo aplanado. Cara larga, prominente. Mandíbula superior con prominencia en forma de hocico. Nariz ancha y saliente. Mandíbula inferior robusta, sin mentón. Columna vertebral y huesos de los miembros con numerosos caracteres simianos y primitivos. Gran reducción de los lóbulos frontales y de las circunvoluciones cerebrales».

3. Los hallazgos de fósiles en el *Pleistoceno superior* permiten determinar la existencia de tres tipos diferentes en la Europa: el de Grimaldi, el de Cro-Magnon y el de Chancelade. La raza de Grimaldi revela semejanzas con la actual raza negra, por lo que ha sido denominada *negroide*. Su mayor

parentesco parece ofrecerlo con los hotentotes del Africa del Sur.

El tipo de Cro-Magnon ofrece talla elevada, y su robustez y otros detalles poco difieren de los que caracterizan al hombre blanco de nuestros días. Muchos investigadores suponen que la población autóctona de las islas Canarias derive directamente de esta raza.

El tipo de Chancelade se caracteriza por su baja estatura (1.52 m. a 1.57 m., más o menos), presentando semejanzas, según Testut, con los actuales esquimales, y según Henry Martín, con los mongoles.

De lo dicho sobre el Pleistoceno superior, puede deducirse que estas tres razas descubiertas en la Europa occidental incluyen, hasta cierto punto, al actual *Homo sapiens*, considerándoseles, en consecuencia, como el punto de partida de la especie humana moderna.

Resumiendo tendríamos que los descubrimientos y progresos que la Paleontología ha realizado, van cercando más y más el problema del origen del hombre, pero sin llegar todavía a conclusiones precisas. Desde luego, esos descubrimientos establecen, por ejemplo, que durante el Pleistoceno inferior y medio, se ha desarrollado en Europa un tipo humano diferente del moderno, con caracteres simianos más marcados que los que actualmente pueden presentar las razas más inferiores. Del mismo modo se establece que junto con aquel tipo ha existido otro del cual el cráneo de Piltdown puede ser el primer término conocido; pero el eslabón perdido de esta cadena filogenética no ha sido encontrado aún.

El hallazgo hecho por el Dr. Dubois en Java, en 1911, hizo renacer esta esperanza al reconstituirse el *Pithecantropus erectus* considerado como un antepasado del hombre. Sin embargo, su estudio hizo notar que si bien el cráneo puede considerarse morfológicamente como una transición entre los monos superiores y el hombre de Néanderthal, no hay ninguna prueba científica de que este parecido tenga valor filogenético, más aun, si se considera que el Pithecantropus corresponde a un período geológico muy reciente.

Por otra parte, el estudio que se ha hecho acerca del desarrollo de los simios nos enseña que en esta rama, del mismo modo que en la rama humana, sus antepasados se pierden en la lejanía de los años, sin que sea posible establecer el momento en que ambas ramas se reunen en un tronco común para evi-

denciar automáticamente ese lazo filogenético que hasta hoy desconocemos. No obstante, puede decirse que el punto de partida de los Primates está representado actualmente por un grupo que ha evolucionado poco: los Lemúridos de Madagascar, de que hay prototipos en el eoceno. De ellos derivan los monos americanos, *platirrinos*, de cola prehensil, y los monos del antiguo continente, de tabique nasal estrecho o *catarrinos*, con una fórmula dentaria idéntica a la nuestra. De este último grupo parecen haber salido los monos propiamente dichos, los *Antropoides* y aún el *hombre* (Fig. 58). Pero son

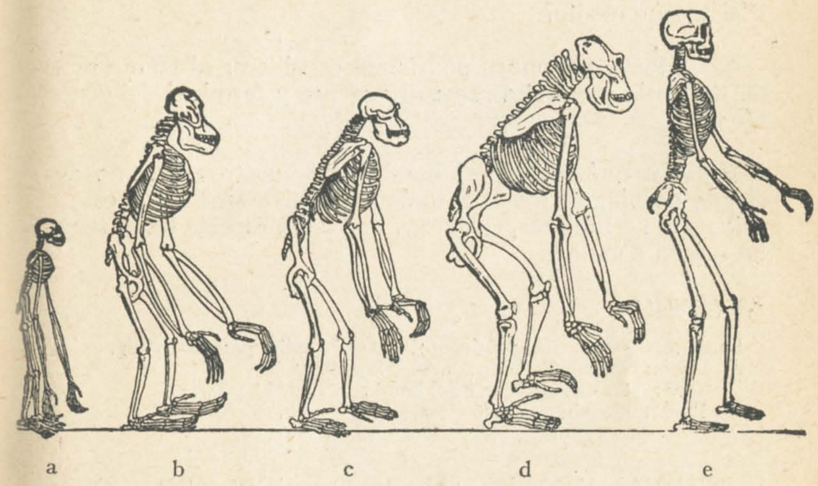


Fig. 58.—Esqueletos comparados del *hombre* y los *monos*, según Huxley: a, gibón; b, orangután; c, chimpancé; d, gorila; e, hombre.

necesarias nuevas investigaciones para encontrar formas intermedias que determinen esos encadenamientos, lo cual hace pensar que el hombre no desciende de ningún mono actualmente existente y que ambas especies deben considerarse, más bien, como formas últimas de líneas evolucionadas independientemente.

PROBLEMAS Y CUESTIONES

1.—¿Cuáles son los monos Antropoides y qué características ofrecen?

2.—Separe los caracteres de los monos platirrinos de los catarrinos.

3.—¿Qué razones daría Ud. para afirmar que la especie humana estuviese ya diferenciada en el Plioceno?

4.—¿Por qué decimos que nuestra especie no deriva del tipo de Néanderthal?

5.—¿Cuáles son los rasgos sobresalientes del hombre del Pleistoceno medio?

6.—¿Hasta qué punto podríamos considerar al Homo neanderthalensis como una rama divergente y terminal del género Homo?

7.—¿En qué sentido el hombre de nuestros días no desciende de ningún mono actualmente existente? Y si esto es así, ¿cómo establecer, entonces, que cada especie haya tenido un origen común?

REFERENCIAS:

Landerer: «Geología y Paleontología« 3.ª edic. pág. 204 y sig.
Gambara: «El hombre«, págs. 24, 31 y 39.
E. Reed: «La descendencia del hombre«, pág. 11 y sig.
M. Boule: «Los hombres fósiles», págs. 9 y sig.

GENEALOGIA DE ALGUNOS VERTEBRADOS

El conocimiento de la genealogía de los Vertebrados es cuestión que aun hoy día ofrece serias dificultades a los investigadores que se han preocupado de este asunto. Parece que la dificultad estuviera en el hecho de que los fósiles hasta ahora encontrados son escasos e incompletos lo que hace un tanto difícil reconstruir su historia genealógica.

No obstante, algo se ha hecho con ciertos grupos zoológicos tales como los formados por los camellos, los rinocerontes y el caballo a los que nos hemos de referir aunque brevemente.

a) *Camellos.*—Este grupo ofrece dos subdivisiones: el de los camellos, propiamente tales, del Antiguo mundo, y el de los llamas y guanacos de la América del Sur,

Pasando por alto muchos grados intermedios, puede decirse que estos animales se hicieron presente allá por el EOCENO SUPERIOR, exhibiendo el tamaño de una liebre grande, con dentadura completa y las extremidades cortas terminadas en cuatro dedos.

A partir de este momento, parece que de la rama principal de los camellos, que se continúa con las especies actuales, se separaron otras ramas laterales, de menor importancia, para constituir dos nuevas series: la de los *camello-gacelas*, animales pequeños muy corredores y la de los *camello-jirafas* que ostentan gran talla y que se adaptan admirablemente a la aridez de las llanuras.

b) *Rinocerontes*—Este grupo tuvo innumerables ramas en el EOCENO MEDIO y en el OLIGOCENO SUPERIOR, lo que hace un tanto difícil seguir su historia.

Una de estas ramas se ha conservado hasta nuestros tiempos, aunque limitada a las regiones calientes de Africa y del sur de Asia.

c) *Caballo.*—No cabe duda de que la serie filogenética mejor conocida corresponde al caballo, cuyos restos han sido encontrados en los terrenos terciarios de Norte-América, siendo necesario retroceder hasta el EOCENO INFERIOR, a fin de hallarnos con el *Paleoterio* considerado como su antepasado más antiguo y poder, de esta suerte, reconstruir su historia.

Omitiendo varias etapas intermedias, puédese considerar la siguiente serie como interpretativa de la evolución que ha experimentado el pie anterior de los *Equidos* (Fig. 59).

A.—EL EOHIPPUS, del *eoceno inferior* que ofrece cuatro dedos principales y un quinto rudimentario.

B.—EL MESOHIPPUS, del *oligoceno inferior* que tiene tres dedos principales (los laterales largos) y un cuarto rudimentario.

C.—EL PROTOHIPPUS del *mioceno superior* que presenta tres dedos, pero el central mucho más desarrollado que los laterales que han disminuído considerablemente de longitud.

D—EL EQUUS del *pleistoceno* y *moderno* que tiene un dedo principal y dos rudimentarios llamados estiletes óseos.

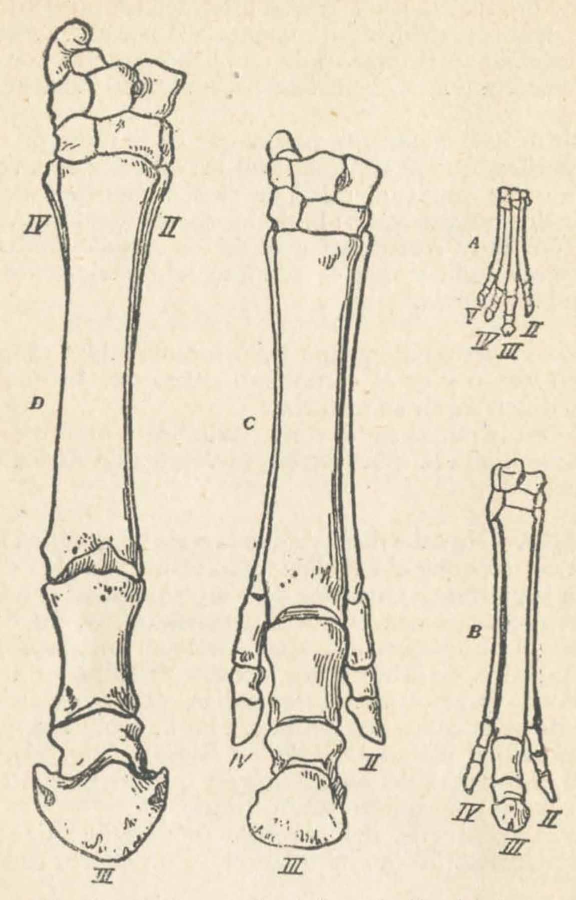


Fig. 59.—Cuatro estados de la evolución del pie anterior de los *équidos*. A, *Eohippus*, del eoceno inferior; B, *Mesohippus*, del oligoceno inferior; C, *Protohippus*, del mioceno superior; D, *Equus*, del pleistoceno y moderno.

ARBOL GENEALOGICO DE LOS ANIMALES

La Sistemática o Taxonomía ordena en 8 grupos naturales los organismos del reino animal, a saber: Protozoarios, Celenterados, Vermes, Equinodermos, Moluscos, Artrópodos, Proto-vertebrados y Vertebrados.

Los *Protozoarios* constan de una célula y se admite que de este grupo han derivado los otros.

Los *Celenterados* constan de una sola cavidad a manera de saco con paredes formadas de dos epitelios y de una capa media.

Los *Vermes* se caracterizan por poseer dos cavidades: la *gastral* (tuvo digestivo) y la *somática* (celoma).

Los *Equinodermos* se hayan caracterizados por su simètría radial.

Los *Moluscos* son animales de cuerpo blando con manifiesta simetría bilateral.

Los *Artrópodos* se caracterizan por sus apéndices formados por piezas articuladas.

Los *Proto-vertebrados* son animales provistos de cuerda dorsal persistente o no sobre la que se extiende la médula espinal, pero sin formación de vértebras ni cráneo.

Los *Vertebrados* son también Cordados, pero provistos de un esqueleto axil compuesto de vértebras y un cráneo.

La relación filogenética de estos grupos puede expresarse por el cuadro siguiente:



Como bien puede verse, del Tipo Vermes se han derivado tres tipos que se han quedado estacionarios: los Artrópodos, los Moluscos y los Equinodermos, y un cuarto, el de los Protovertebrados, que ha evolucionado dando origen a los Vertebrados s. s.

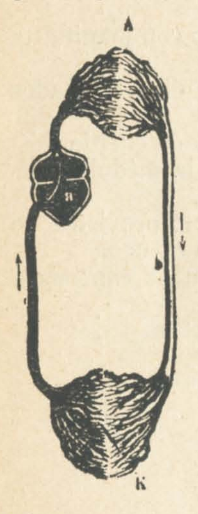
Al mismo tiempo aparecen entre los diversos grupos del cuadro algunas especies intermedias, tales como el Vólvice, el Peripatopsis y el Amphioxus que ofrecen el interés científico de ligar grupos sistemáticamente afines.

Ahora bien, el Tipo de los Vertebrados, caracterizado como hemos dicho, por poseer sus representantes esqueleto axil, vértebras y cráneo, se inicia con el grupo de los *Peces* o animales acuáticos de respiración branquial y circulación simple (Fig. 60). A los peces siguen los *Anfibios* que indistintamente pueden vivir en el agua o fuera de ella; sufren metamorfosis y tienen circulación doble pero incompleta. Los Anfibios han dado origen al grupo de los *Reptiles* que son animales que reptan; tienen circulación doble y completa y reproducción ovípara como las aves (Fig. 61).

Finalmente, el grupo de los Reptiles ha originado el de las *Aves* y el de los *Mamíferos*.

El primero de estos grupos se caracteriza porque sus representantes están organizados para el vuelo; poseen circulación doble y completa y tienen reproducción ovípara, sin excepción.

El grupo de los mamíferos está caracterizado por la presencia de pelos y mamas en sus repre-



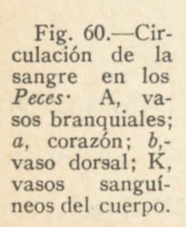

Fig. 60.—Circulación de la sangre en los *Peces*· A, vasos branquiales; *a*, corazón; *b*,- vaso dorsal; K, vasos sanguíneos del cuerpo.



Fig. 61.—Circulación en los *Reptiles:* A, capilares del pulmón; lv, aurícula izquierda; h, ventrículo único; K, capilares del cuerpo.

sentantes; tienen, como las aves, circulación doble y completa (Fig. 62).

Comprenden dos sub-grupos: el de los *Implacentarios* o Mamíferos inferiores, tales como los monotremas ponedores de huevos y los marsupiales, y los *Placentarios* o Mamíferos superiores, entre los cuales ocupa lugar preferente el hombre.

El siguiente cuadro, que contiene también algunas especies o individuos intermedios, da una idea más o menos precisa de lo que acabamos de decir.

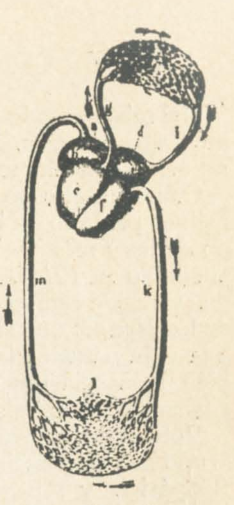


Fig. 62.—Circulación en los *Mamíferos: a,* aurícula derecha; *c,* ventrículo derecho; *d,* aurícula izquierda; *f,* ventrículo izquierdo; *g,* arteria pulmonar; *h,* capilares pulmonares; *i,* vena pulmonar; *k,* aorta; *l,* capilares; *m,* vena cava.

VERTEBRADOS

PECES

ANFIBIOS

Labyrinthodonte

REPTILES

Archaeoptheryx — **Monotremas**

AVES — **MAMÍFEROS**

IMPLACENTARIOS

PLACENTARIOS

ARBOL GENEALOGICO DE LAS PLANTAS

Del mismo modo que los animales, las plantas puédense también agrupar de manera que sus diversos grupos constituyan un árbol genealógico de un orden creciente de extensión.

Como en el caso de los Protozoarios en el reino animal, el primer peldaño de la escala botánica está ocupado por el grupo de los *Protofitos* o plantas inferiores, en su totalidad *Algas*, apellidadas *Talófitas* que poseen *cromatóforos* en su *protoplasma*. De este grupo se ha diferenciado la interesante rama de los *Hongos* que son Talófitas metamorfoseadas y adaptadas a la vida parasitaria o saprofítica. Cabe mencionar aquí también la asociación simbiótica de alga y hongo denominada *Líquenes* que en Sistemática forma una clase aparte.

Volviendo al grupo de los Talófitas, cabe decir que este grupo ha dado nacimiento a dos grupos más: al de las *Briófitas* (Hepáticas y Musgos) y al de las *Teridófitas* (Filicinas, Equisetinas y Licopodinas).

Tanto el grupo de las Talófitas como el de las Briófitas y Teridófitas pertenecen a la División *Criptógamas* o plantas con flores ocultas.

Viene en seguida la otra gran División denominada *Fanerógamas*, o plantas con flores a la vista y que comprende dos grandes subdivisiones, *Gimnospermas* y *Angiospermas*, las primeras con óvulos desnudos, las segundas con óvulos encerrados dentro de un ovario.

Ahora bien, para pasar de la División Criptógamas a la División Fanerógamas es preciso que exista un puente de unión, el cual puente está tendido por las *Cicadofilicales*, grupo carbonífero que ofrece el interés científico de contener la especie de transición requerida: la *Selaginela* que enlaza las *Cicadineas* con las *Filicinas* o helechos. Efectivamente, si se estudia la fructificación de la Selaginela se verá que su macrospora corresponde al saco embrionario de una Gimnosperma, en tanto que su microspora tiene el mismo valor que un grano de polen de la misma planta; el macrosporangio correspondería al óvulo, y el microsporangio al tubo polínico de una Fanerógama Gimnosperma.

Resuelto este asunto, pasemos a conocer particularmente las dos subdivisiones de las Fanerógamas ya nombradas: Gimnospermas y Angiospermas.

a) Las *Gimnospermas* comprenden tres clases: *Cicadíneas, Gnetíneas* y *Coníferas*, que son plantas leñosas, monoicas o dioicas, con flores femeninas sin ovario y con los óvulos en el borde de una bráctea.

El nombre de Gimnospermas que se ha dado a esta importante subdivisión no es completamente exacto, por cuanto se sabe que los óvulos de las Gnetíneas, por ejemplo, tienen dos tegumentos y están contenidos en una especie de ovario sin estilo ni estigma; de ahí que se acepte con más razón el nombre de *Anastigmadas* para este grupo.

b) Las *Angiospermas* encierran dos importantes Clases denominadas *Monocotiledóneas* y *Dicotiledóneas*, consideradas ambas como ramas divergentes de las Gimnospermas.

Las *Monocotiledóneas* poseen semillas con un sólo cotiledón; tallos rara vez arbóreos, sin zona cambial, por lo que la planta no engruesa; hojas sin estípulas y con nerviación paralela; flores de tipo ternario, sin cáliz y corola definidos que se confunden en un perigonio o perianto; fórmula floral típica: ✶ ☿ P 3+3 A 3+3 G $(\underline{3})$. Se trata de un grupo poco evolucionado cuya familia más desenvuelta es la de las *Orquidáceas*.

Las *Dicotiledóneas* forman un grupo mucho más progresado. Tienen embrión con raíz terminal unida al tallo por un eje hipocotíleo; tallo y raíz con crecimiento en diámetro por zonas cambiales en el leño y la corteza; los haces fibrovasales del tallo dispuestos en círculo y aplicados al periciclo; las hojas simples o compuestas y con nerviación divergente y reticulada; flores diversamente constituídas, predominando a menudo el tipo pentámero.

La Clase de las Dicotiledóneas comprende tres subclases: *Apétalas, Coripétalas* y *Gamopétalas*.

Las *Apétalas*, como su nombre lo indica, carecen de pétalos, de ahí que también se les denomine *Monoclamídeas*, esto es, de una sola envoltura floral.

Son notables en esta Subclase ciertos órdenes cuyos representantes poseen flores unisexuales masculinas en inflorescencias llamadas *amentos*, tal como el orden de las *Amentífloras* con las familias *Cupulíferas, Juglandáceas* y *Salicáceas* que tienen numerosos representantes.

Vienen en seguida las *Coripétalas*, llamadas también *Polipétalas*, a las que se supone derivadas de las Apétalas por simple diferenciación del cáliz y de la corola que en esta Subclase

aparecen con sus piezas separadas. Los órdenes *Leguminosas* y *Readinas* pertenecen a este grupo.

La tercera Subclase, es decir, la de las *Gamopétalas*, que se considera como el grupo más evolucionado del reino vegetal, ofrece como carácter distintivo el de que sus representantes tienen flores con los pétalos unidos. Comprende varios órdenes, siendo muy principales el de las *Labiatífloras*, con las familias *Labiadas* y *Escrofulariáceas*, y el de las *Agregadas* que culmina con la familia de las *Compuestas*, notable grupo considerado como el más vasto del mundo vegetal, pues tiene más de once mil especies que resultan ser más o menos la décima parte de las plantas con flor aparente. En Chile representa esta familia una quinta parte de nuestra flora.

Por la facilidad de propagación las *Compuestas* o *Sinantéreas*, se multiplican enormemente, habiéndose comprobado que en un terreno no sometido a cultivo existe siempre un notable predominio de esta familia sobre cualquiera otra.

Con razón ha sido considerado este grupo como el más evolucionado del reino vegetal, no solamente por contener innumerables representantes, sino más bien por el alto grado de organización que ofrecen sus diversos tipos.

CUADRO-RESUMEN DEL REINO VEGETAL

REINO VEGETAL

División	Subdivisiones	Clases	Subclases / Órdenes	Órdenes	Representantes
Div. Criptógamas (Flores ocultas).	1.ª Talófitas. (talo)	1.ª Algas			Espirogira.
		2.ª Hongos.			Callampa.
		3.ª Líquenes			Barba de monte.
	2.ª Briófitas (talo y hojas)	1.ª Hepáticas.			Marchantia.
		2.ª Musgos.			Musgo común.
	3.ª Teridófitas (talo, hojas y raíz).	1.ª Filicinas.			Helecho.
		2.ª Equisetinas.			Hierba del platero.
		3.ª Licopodinas.			Licopodio.

Selaginela

División	Subdivisiones	Clases	Subclases / Órdenes	Órdenes	Representantes
Div. Fanerógamas (Flores a la vista).	1.ª Gimnospermas (óvulos desnudos)	1.ª Cicadíneas.			Cicas.
		2.ª Gnetíneas.			Pingo-pingo.
		3.ª Coníferas.			Pehuén.
	2.ª Angiospermas (óvulos cubiertos).	1.ª Monocotiledóneas	1er. Orden: Helobiales		Sagittaria.
			2.º Orden: Glumífloras		Trigo.
			3er. Orden: Palmas.		Palmera.
		2.ª Dicotiledóneas	1.ª Subclase: Apétalas	Orden Amentífloras	Fam. Cupulíferas. Roble.
			2.ª Subclase: Coripétalas	Orden Leguminosas	Fam. Papilionáceas. Trébol
			3.ª Subclase: Gamopétalas.	Orden Campanulales.	Fam. Compuestas. Girasol

CAPITULO QUINTO

APENDICE FINAL

1.—La especie humana y el mendelismo.

Asunto de trascendental importancia para la ciencia moderna es el que plantea la aplicación de los principios mendelianos al hombre, partiendo, para el objeto, de los resultados que hasta el momento ha logrado el estudio exacto de la herencia.

«El intento de descubrir en el complicado organismo humano regularidades como las descubiertas en animales y plantas, apunta Leininger, tropieza con las mayores dificultades a pesar de existir abundancia extraordinaria de hechos, pues con apasionamiento han sido juzgados, generalmente, estos temas de la herencia y las cuestiones afines de la raza, desde los más distintos puntos de vista políticos, religiosos y filosóficos.»

En la investigación de las variaciones y de la herencia en el hombre, estamos atenidos, principalmente, a la estadística, ya que los experimentos son de difícil verificación. Sin embargo, se ha podido llegar a la conclusión de que las reglas descubiertas por la teoría de la herencia no son solamente válidas para las plantas superiores, los insectos y las aves, sino que son leyes universales, que pueden y deben aplicarse también al hombre.

De esta suerte tenemos de que si se entra a considerar, por ejemplo, lo referente a los llamados caracteres corporales, nos encontramos con que, lo mismo en los animales como en las plantas, transmítense en el hombre de generación en generación sobre la base de determinados agentes en las células germinativas (determinantes).

Del mismo modo podría explicarse la herencia de lesiones o anormalidades (influencias teratogénicas) que, afectando a los gametos paternos, son casi siempre hereditarias, tal como ocurre con la intoxicación del organismo por el alcohol o por las toxinas microbianas de ciertas enfermedades (tuberculosis, sífilis) que inficionan las células sexuales y pueden transmitir sus efectos de padres a hijos.

Es casi seguro que los descendientes de alcohólicos y sifilíticos presentan una serie de fenómenos de degeneración: *enanismo, anomalías dentarias, raquitismo general, polidactilia,* etc., como también puede que esto no ocurra, con lo cual se vendría a demostrar que dichos perjuicios no siempre son hereditarios y ser más bien efectos pasajeros de las mencionadas toxinas sobre las células sexuales, como ya se ha dicho.

En consecuencia, la aplicación de los principios mendelianos a la especie humana, debe ser buscada en otra esfera que ofrezca por lo menos la garantía de estar a salvo de las llamadas influencias teratogénicas.

Desde luego, se sabe con verdadera exactitud que existen árboles genealógicos cuidadosamente llevados que permiten ver que un cierto número de cualidades se transmiten en conformidad con los principios de Mendel. Así, los detenidos estudios de Hurst y Davenport nos han dado a conocer que la herencia del color de los ojos acontece según las reglas mendelianas.

El color de los ojos se puede dividir en dos grandes grupos: *obscuros* (de pardo a negro) y *claros* (de gris a azul), siendo el obscuro *dominante* y el claro siempre *recesivo*, de suerte que los hijos de padres con ojos azules puros tendrán siempre los ojos azules. En cambio, las personas de ojos obscuros pertenecen a dos genotipos: el uno es de herencia pura en el carácter «ojos obscuros»; los hijos de madre y padre de este tipo tienden siempre a ojos morenos. El otro tipo no es de herencia pura en el obscuro, sino que lleva en sí la disposición recesiva para el claro y, por lo tanto, crea dos clases de células en lo que se refiere al color de los ojos: células con la disposición para el obscuro y células con la disposición para el azul.

El matrimonio de dos personas que tengan estos ojos obscuros heterozigotos, darán hijos que persentarán la propor-

ción de tres obscuros por uno azul, etc., siguiendo siempre los principios mendelianos.

Herencia de enfermedades.—Casi todas las enfermedades que se heredan poseen carácter dominante, sin embargo, algunas lo poseen también recesivo, como ciertas especies de epilepsias y el albinismo, esto es, seres que tienen el pelo blanco y los ojos rojos, sin pigmentos en el iris a través del cual brillan las arterias.

El caso más interesante de herencia de una enfermedad acoplada al sexo es la *hemofilia* que consiste en una anormalidad en la constitución de la sangre, la cual carece de poder coagulador al contacto con el aire. En estos enfermos una herida no se cierra formando una costra de sangre coagulada, sino que sangra sin cesar y puede poner en peligro la vida. Las heridas grandes son siempre mortales. El modo de verificarse esta herencia es peculiar. La enfermedad no se manifiesta más que en los varones; pero es transmitida sólo por las mujeres que, en apariencia sanas, la pasan a una parte de los hijos varones. Si tenemos en cuenta que en el hombre, según todo lo que sabemos, el sexo femenino tiene dos cromosomas X y el masculino sólo uno, podemos explicarnos esta extraña manera de herencia.

De la misma manera parece heredarse el daltonismo (ceguera de rojo y verde) lo que explica el por qué el 4% de los varones sea daltoniano, y en cambio en las hembras el daltonismo aparezca en una proporción insignificante, pues sólo cuando el padre es daltoniano y la madre hija de un daltoniano, sólo entonces la enfermedad puede pasar a las hijas.

Herencia de cualidades espirituales.—Desde el punto de vista de la ciencia natural, debemos admitir que existe una relación entre el substrato corporal y las propiedades espirituales, y que, por lo tanto, las disposiciones espirituales se pueden heredar (dividir y recombinar) como las corporales. Es un hecho que ciertas dotes superiores excepcionales pasan de generación en generación, en ciertas familias. Demuéstranlo las familias de matemáticos como los Bernouilli y de músicos como los Bach.

Por lo demás, la psiquiatría ha descubierto también que muchos estados enfermizos de la mente se heredan. Por otra parte, es lícito suponer que cada hombre viene al mundo con un cierto número de disposiciones espirituales heredadas, cu-

yo desarrollo depende, en general, de condiciones exteriores (fortuna-clase-familia-tradición).

«La educación y la instrucción no crean nada nuevo, pero influyen en gran medida fomentando o deprimiendo el desarrollo de las facultades particulares; les incumbe, pues, una tarea difícil y grave: la de desarrollar el patrimonio hereditario de las personas en formación, de manera que lleguen estos jóvenes a ser valiosos miembros de su comunidad de cultura y de pueblo.

Sólo en casos excepcionales serán las disposiciones tan enérgicas que lleguen a desenvolverse a pesar de las influencias del ambiente contrario. Pero en la mayoría de los casos las influencias de la familia, la escuela, el medio, la iglesia, el pueblo son, pese a sus diferencias, bastante fuertes para imprimir a un pueblo un sello espiritual común.»

2.° LA AMISIA

Al hablar sobre el hibridismo se dijo que la hibridación consistía en el cruzamiento natural o artificial de variedades, especies, géneros y aun familias distintos, página 26 de este libro. Dijimos también que cuando se cruzan dos individuos de razas diferentes, resulta que los huevos o *zigotos* que se forman son el producto de dos gametos (óvulo y espermatozoide) que aportan a su unión caracteres distintos. Los individuos así engendrados son *heterozigotos* o híbridos y son, por regla general, estériles. Cuvier concedió extraordinaria importancia a este hecho, basándose en él para diferenciar las especies verdaderas de las falsas.

En Zootecnia se designan con el nombre de *híbridos* los cruzamientos estériles entre dos especies, y con el de *mestizos*, los productos estériles de dos razas o variedades. Ahora bien, durante el acto de la reproducción, cabe tener en cuenta que los gametos pueden comportarse de dos maneras: conjugándose para originar otros gametos capaces de hacerlo a su vez, lo que se denomina *afinidad de gametos*, o inversamente, es decir, no atrayéndose, fenómeno que se ha llamado *amisia*.

La amisia puede ser *psíquica* cuando son sólo de esta naturaleza los motivos que se oponen a la fecundación. Varios animales que no se cruzan cuando viven libremente, pueden hacerlo en estado de cautividad. En la especie humana esta

clase de consideraciones puede llamarse repugnancia, tal como ocurre con los individuos de raza blanca que sienten repulsión por los de raza negra.

Cuando la fecundación no se realiza a causa de la diversidad de costumbre de los individuos, que incluso llegan a madurar sus productos sexuales en diferentes épocas, se trata de *amisia ética*, llamándose *amisia mecánica* si la causa de esterilidad obedece a considerable diferencia de talla, como sucede en ciertas razas caninas (perro de Terranova y perro de Malta) que no pueden cruzarse aún cuando pertenecen a una misma especie (1).

Afinidad de gametos y amisia, pueden y suelen coexistir, conduciendo frecuentemente la primera a la segunda. Así, mientras los blancos y los negros han permanecido separados en América, los pieles rojas se han fusionado con los primeros, originando una raza intermedia. Los híbridos de blanco y negro, llamados *mulatos*, escasean a causa de la amisia psíquica, pero pueden ser fértiles, dando lugar preferentemente a hembras, con tendencia al aborto; su tercera generación suele extinguirse por infecunda. Puede decirse, entonces, que cuando hay completa afinidad de gametos y de amisia, debe existir también completa y total maduración de los elementos sexuales (ovogénesis y espermatogénesis). Si dichas condiciones faltan, la maduración sexual no se realiza normalmente y se detiene en grados prematuros diversos originándose, de esta suerte, diversos tipos de híbridos. De ahí la dificultad que existe para separar híbridos estériles de mestizos fértiles, y por otra la existencia real de ciertos grupos de individuos que no son capaces de cruzarse con otros, aun siendo exteriormente muy afines.

Estas consideraciones se han tomado muy en cuenta en la actualidad al definir la especie como un conjunto de individuos cuya afinidad de gametos y posibilidad de acoplamiento les permite originar descendencia continua y semejante a sus progenitores.

Las especies que se ajustan a lo que acabamos de enunciar, llámanse *reales* y son dificilísimas de establecer, existiendo también las llamadas especies *sistemáticas* creadas arbitrariamente para facilitar la clasificación, todo lo cual, sea di-

---

(1) Según la teoría lineana debieran cruzarse, porque de lo contrario se trataría de dos especies diferentes, siendo que no es así.

cho en honor de la verdad, no aclara grandemente el concepto tradicional que de la especie tenemos.

3.º LA PARTENOGENESIS

La *partenogénesis* ha recibido también el nombre de *generación virginal*, por tratarse de un fenómenos en virtud del cual ciertos óvulos (*los partenogonios*) son capaces de segmentarse y originar un nuevo ser sin concurso del espermatozoide.

Existen varias formas de partenogénesis:

a) *Partenogénesis accidental.*—Se observa en algunos Insectos y Equinodermos. En todos estos animales la reproducción normal es por fecundación, pero algunas veces las hembras ponen huevos sin cópula previa, los cuales presentan las primeras señales de desarrollo, o bien un desarrollo casi completo, que puede llegar a la forma larvaria.

b) *Partenogénesis habitual.*—Se observa en algunas especies de Ortópteros que tienen machos sólo excepcionalmente; en ellos la partenogénesis es habitual.

c) *Partenogénesis facultativa.*—Es una partenogénesis normal que produce machos, tal como ocurre en ciertos Himenópteros, como la abeja. La reina es la única hembra que puede fecundarse, para lo cual realiza su vuelo nupcial seguida de un cortejo de zánganos. El esperma recibido durante la cópula, es conservado en la bolsa copulatriz, que comunica con el oviducto por medio de un canal de paredes musculares (Fig. 63). Cuando las fibras musculares se contraen, el conducto queda cerrado e im-

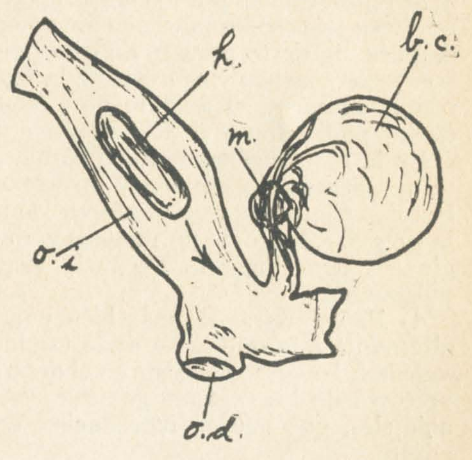


Fig. 63.—Receptáculo seminal de la abeja reina: *b. c*, bolsa copulatriz; *h*, un huevo aumentado que seguirá la dirección de la flecha; *o. i*, oviducto izquierdo; *m*, músculos; *o, d*, oviducto derecho seccionado.

pide el paso de los espermatozoides al oviducto. En el acto de la puesta, la reina puede o no fecundar los óvulos según que la entrada del canal aparezca abierta o cerrada. Pero todos los óvulos se desarrollan, reciban o no la impregnación del líquido espermático, eso sí que los óvulos que son fecundados producen exclusivamente hembras u obreras, mientras que los no fecundados o partenogenéticos dan únicamente machos o zánganos. Al término de su vida, si ha consumido toda la provisión de esperma, la reina sólo producirá generaciones de machos.

En los tres casos considerados anteriormente, puede decirse que el *partenogonio* no difiere estructuralmente de los óvulos maduros; es decir, consta también de la mitad de cromosomas correspondientes a las células somáticas de su especie. Pero ocurre a veces, en ciertos individuos, que el partenogonio emite en su maduración un glóbulo polar, constando, en este caso, del mismo número de cromosomas que las correspondientes células del soma, esto es, que en tales circunstancias la partenogénesis se impone llegando a ser el único procedimiento de reproducción, por lo cual se le ha llamado *obligatoria*, faltando en tal caso los machos. Sin embargo, puede suceder que después de cierto número de generaciones partenogenéticas, aparezcan machos y sobrevenga la fecundación; el fenómeno recibe, entonces, el nombre de *heterogonia* o partenogénesis *cíclica*, pudiendo ser el ciclo *regular o irregular.*

En la partenogénesis cíclica regular, alternan rigurosamente una generación asexual y otra sexual, como ocurre en los insectos Cinípedos que producen las agallas de la encina; en la irregular, luego de un número variable de generaciones virginales, tiene lugar una sexual, siendo ejemplo de ella los pulgones.

d) *Pedogénesis.*—Es más bien una forma de reproducción alternante a la que se ha dado también el nombre de *partenogénesis larvaria.* Consiste en el desarrollo y maduración muy precoces de los órganos genitales en las larvas de diversos animales, que pueden reproducirse antes de llegar al estado adulto.

Grobben ha descrito con el nombre de *pedogénesis* el ciclo evolutivo de los Trematodos Dístomos. Del huevo de estos gusanos nace una larva ciliada, el *Miracidium*, que penetra en el cuerpo de un molusco acuático, pierde sus pestañas y se

transforma en *esporocisto;* de las paredes de éste destácanse células que originan sucesivamente *redias* y *cercarias*, ambas partenogenéticas, y de las cercarias resulta el Distoma adulto que se reproduce mediante huevos fecundados que volverán a originar miracidios (Fig. 64).

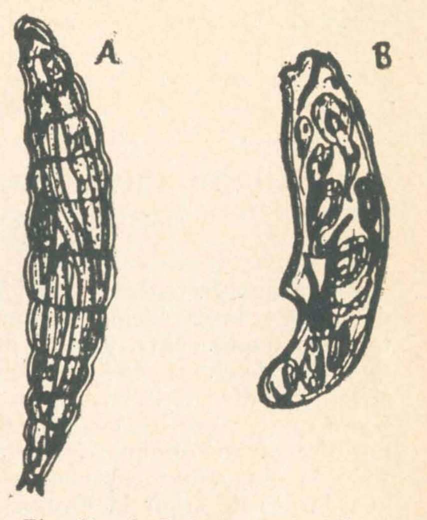


Fig. 64.—A. Pedogénesis de *Miastor:* larva con embriones. B. Pedogénesis de *Tremátodo:* redia con cercarias.

Aun cuando la partenogénesis es un fenómeno excepcional en la naturaleza, algunos notables investigadores, como Loeb, Morgan, Delage y Hertwig han realizado recientemente felices experiencias de partenogénesis experimental que prueban que la facultad de reproducirse sin fecundación pertenece a muchos óvulos, que la ponen en práctica en cuanto son excitados por ciertos agentes físico-químicos. Dichos estudios experimentales han llegado, como consecuencia final, a modificar el concepto clásico de la fecundación, por cuanto se tiene entendido que en este fenómeno, el espermatozoide desempeña dos funciones: la una, de transmitir caracteres hereditarios, en la cual es insubstituíble, y la otra, hasta cierto punto mecánica, de iniciar la segmentación del óvulo, función, esta última, que, como hemos dicho, puede ser desempeñada por ciertos agentes externos.

4.—EL MUNDO CIRCUNDANTE Y SU INFLUENCIA DIVERSIFICADORA.

Ahora que ya tenemos una idea más o menos aproximada de lo que es la Evolución Orgánica, hay conveniencia en asentar más ampliamente, y sobre nuevas bases, los principios en que ella descansa. Lejos de nuestra intención debe estar siempre el afán de admitir sin previo examen crítico las razones que en pro o en contra del principio evolucionista se nos ofrezcan, de ahí que, aun cuando admitamos por completo todo lo que aquí hemos expuesto, debemos, sin embargo, guardarnos de erigir la Evolución como un dogma sagrado que nadie haya de atreverse a criticar o poner en duda. No olvidemos que el mismo Darwin fué prudentísimo en teorizar, y por ello no llevó prejuicios a la Ciencia, y que Huxley ha dicho, con muchísima razón, que ésta se suicida cuando adopta un credo. En consecuencia, es un deber conservar la mente siempre abierta a todo nuevo problema, pero confiando en la Ciencia, la única que puede disipar las últimas sombras del misterio para llevarnos hacia el centro ignorado que constituye el ideal de nuestras vidas. Sólo así podremos avanzar con provecho en el estudio y conocimiento de los asuntos biológicos que servirán de término a esta tarea.

A.—*El mundo circundante*— Cuando hablamos de las Pruebas Psicológicas en favor del Transformismo, dijimos que este asunto había sido abordado desde diversos puntos de vista y que muchas veces había conducido a conclusiones no del todo satisfactorias, debido a que el error antropomorfo se había ejercido con exageración. Desde luego, se ha atribuído a los animales una parte de la mentalidad

humana, sobre todo cuando se ha llegado al estudio de la vida y costumbres de los Insectos, error que ha nacido, a nuestro parecer, del desconocimiento que el hombre tiene respecto del mundo que rodea a cada ser, es decir, de su *mundo circundante*, en el cual cada cosa y cada objeto sólo tiene sentido y significación por su relación con el ser que le conoce.

Investigar estos mundos es uno de los asuntos capitales de la biología moderna, en oposición a la psicología que quiere investigar el alma de los animales con idéntica medida exterior.

Analicemos el siguiente ejemplo propuesto por von Uesküll y veamos hasta qué punto es verdad lo que decimos: «Fué en un árbol gigantesco, bajo cuya dilatada sombra estaba echado y dormido un joven león, atado por el cuello al tronco del árbol por una larga cuerda. En una rama, sobre él, se sentaba un simpático cuadrúmano adulto que vivía en semidomesticidad. Mientras el león yacía en profundo sueño, el mono descendía suavemente del árbol, marchaba en semicírculo en torno al león, acercábase sin ruido a su extremidad posterior, cogía con sus manos anteriores la cola del león y tiraba de repente de ella con todas las fuerzas de su cuerpo. El león se despertaba con un rugido; pero el mono ya había trepado por el árbol con la velocidad del rayo y volvía a estar fuera de su alcance, sentado sobre él. Después el león volvía a echarse a dormir, y el mismo manejo se repitió varias veces.»

Cabe preguntar, ¿si no se conducía este mono exactamente como un mal educado pilluelo que quisiera encolerizar al león? ¿Qué multitud de conclusiones psicológicas pueden sacarse de esta observación? ¿Era puro juego o se trataba de algo serio? ¿Sabía acaso el mono que el león, al contrario de él, duerme de día y vela de noche? ¿Sabe siquiera un mono que un león puede encolerizarse? ¿Y puede encolerizarse un león?

Frente a estas cuestiones, al parecer muy sencillas de resolver, es mejor que confesemos que no podemos resolverlas así no más. Lo único que aprendemos de ésto, es que en el mundo del mono el objeto león se compone de *notas* de diverso valor en el espacio, que la cola del león no puede morder, pero que muy bien puede hacerlo la cabeza, y que todo el objeto se pone en movimiento cuando se le tira de

la cola. Pero el zamarreo de la cola sólo puede ser ejecutado cuando el león duerme, por lo tanto, tienen que existir las *notas* del *león dormido* en el mundo del mono. Pero es aventurado suponer que el mono haya llegado a saber por medio de *ensayo* y *error* que sólo se puede tirar de la cola a un león dormido.

Biológicamente es más interesante saber qué clase de cosas son las que existen en el mundo del mono que establecer por trabajosos experimentos si el mono, por ejemplo, aprende abrir y cerrar un cerrojo, aun cuando, en este último caso, se describan curvas y se lleguen a establecer fórmulas matemáticas, todo lo cual, sea dicho en honor de la verdad, no es otra cosa que experimentar fuera de la naturaleza.

Otro tanto ocurre, agrega el investigador, cuando llevamos un perro con nosotros en nuestro paseo por la ciudad. Rápidamente pasa frente a la gran tienda de novedades, pues los vestidos sólo adquieren significación para él cuando los ha usado su amo y les ha prestado el olor de su cuerpo: sólo entonces llegan, a ser importantes notas de la vida del perro.

Nadie pretenderá afirmar seriamente que el perro ha recorrido la misma ciudad que nosotros, porque, precisamente, aquello que nos parece la cima de lo esencial y real, es insignificante y nulo para el perro. En su mundo, los acentos están puestos de otra suerte; los objetos tienen otra significación. Indudablemente, existen más objetos en la ciudad del hombre que en la ciudad del perro, aunque ésta albergue también sus objetos especiales, de lo cual se infiere que si existe un mundo del perro distinto del mundo del hombre, tiene que haber también un mundo del caballo, del elefante, etc., pues, hasta allá abajo, hasta el más ínfimo protozoario, se enfila mundo tras mundo, en una cadena mil veces cambiante, llena de mutaciones.

De manera que si pretendiéramos penetrar en el mundo circundante de un animal cualquiera, para orientarnos en él tendríamos que tener alguna posibilidad de lograr un conocimiento del alma del sujeto extraño a nosotros. Pero si poseen un alma otra que la nuestra, de hecho estamos privados de toda posibilidad de deducir las sensaciones de los animales de su actividad cerebral, observada directamente por nosotros o inferida de sus acciones.

«Las almas de los animales son como innumerables idiomas extraños para los cuales nos falta la clave. Sólo cuando

se ha libertado uno de la superstición psicológica puede comprender el problema de la biología comparada. Sabemos que nuestro mundo circundante recibe de nosotros mismos su sello característico; pero el sello que un sujeto extraño impone a su propio mundo circundante no lo conocemos. En consecuencia, la visión del mundo que nos circunda es el problema primero y más importante que tenemos que resolver.»

B.—*Su influencia diversificadora.*—El genial fundador de la teoría de la descendencia, Juan Bta. Lamarck, fué quien tuvo la gloria de expresar por primera vez la idea de que el mundo circundante del ser vivo obliga a éste a adoptar formas nuevas que luego pasan a los descendientes como patrimonio hereditario. Posteriormente esta teoría ha sido reafirmada en varios de sus puntos por Saint-Hilaire. La cuestión delicada que ella ofrece radica, precisamente, en probar si es efectivo que son hereditarias las dichas variaciones, o si pueden ellas servir de punto de partida para la formación de nuevas variedades y especies.

El estudio experimental de tan importante asunto lo han emprendido posteriormente notables investigadores con resultados más o menos satisfactorios. Las experiencias han sido realizadas, principalmente, sobre plantas y animales habitantes de climas extremos, algunas de las cuales vamos a exponer aquí brevemente.

En las ramas de un sauce encontró el entomólogo Schröder ciertas hojas que estaban entretejidas en forma de bolsa y descubrió que el autor de esta obra era el gusano de una mariposa, la *Graciliaria stigmatella*, animalito que dobla la hoja hacia su interior y tapa las dos aberturas. Cortadas las puntas de las hojas por el investigador, los animales no tuvieron más remedio que cambiar la forma de sus construcciones. La generación siguiente hizo lo mismo, pero los nietos no, pues sólo un escaso número de ellos imitaron a sus predecesores.

El zoólogo Woltereck ha experimentado sobre un pequeño cangrejo, llegando a la conclusión de que el régimen alimenticio ejerce una marcada influencia sobre la forma corporal: si el alimento es escaso, el animal se torna corto de cabeza, y, en cambio, con buena alimentación, la cabeza le crece más. Para el efecto inmovilizó a una hembra, la cual, en estas

condiciones, no pudo alimentarse bien; sus huevos, escasos de vitelo, produjeron descendientes pequeños y de cabeza corta, propiedad que, a pesar de una buena alimentación posterior, perduró en la generación de los nietos y no desapareció hasta la siguiente.

Del mismo modo se ha experimentado sobre ratones y conejos para producir en ellos la resistencia a ciertos venenos, inmunidad que, según Ehrlich, es transmitida a los descendientes sólo por la madre. En este caso parece que la inmunidad obedece a la creación de ciertas substancias protectoras en la sangre del animal hembra, ya que el embrión se nutre con la sangre materna. Por esto se ha dicho que este proceso no es de herencia, como pudiera creerse, ya que no presenta la transmisión de un determinado nexo de disposiciones que pasan de una generación a otra por medio de las células germinativas (idioplasma), únicas portadoras de un patrimonio hereditario.

Finalmente, y para terminar, digamos con Leininger, que si estos experimentos no han rendido hasta ahora los resultados finales que eran de esperar, ello se ha debido, principalmente, al hecho de que los animales y plantas que han servido en las experiencias no han sido bien estudiados estadísticamente, y, en segundo lugar, a que es casi imposible hallar individuos hereditariamente puros y uniformes.

———

ÍNDICE ALFABÉTICO DE MATERIAS

T

U

V

W

Z

INDICE ALFABETICO DE AUTORES

Morgan.................. Evolución y mendelismo.
Nonídez.................. Variación y herencia.
Pargame.................. El origen de la vida.
Peabody.................. Biology and human welfare.
Perrier.................. Zoología.
Pi Suñer................. Mecanismos de correlación fisiológica.
Pujiula.................. Biología.
Pujiula.................. La vida y su evolución.
Pyle..................... Psicología educativa.
Quijada.................. La teoría de la evolución.
Ribot Th................. La herencia psicológica.
Ribot Th................. Evolución de las ideas generales.
Rioja.................... Los animales marinos.
Rondoni.................. Bioquímica.
Rouquette................ Anatomía.
Rouquette................ Zoología.
Russell.................. El panorama científico.
Santa Cruz............... Compendio de Botánica.
Scott.................... Teoría de la evolución.
Spengler................. El hombre y la técnica.
Starling................. Fisiología.
Step..................... Maravillas de la vida de los insectos.
Strasburger.............. Botánica.
Susaeta.................. Coloides y fermentos.
Thompson................. Introducción a la ciencia.
Ueskull.................. Concepción biológica del mundo.
Waldron.................. Biología Pedagógica.
Wegener.................. Nosotros los jóvenes.



3.er Millar

PRECIO $16 /chilena